

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Departamento de Medicina y Cirugía Bucofacial



**UTILIZACIÓN DE MATERIAL DENTARIO AUTÓLOGO COMO INJERTO EN EL
ALVEOLO POST-EXTRACCIÓN**

TRABAJO FIN DE MASTER

MASTER EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

Alejandra del Canto Díaz

Bajo la dirección del Prof. Dr.

José M^a Martínez González

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	
1.1	Antecedentes.....	3
1.2	Justificación.....	19
2.	HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVO.....	21
3.	MATERIAL Y MÉTODO.....	22
3.1	Material.....	22
3.1.1.	Material Bibliográfico.....	22
3.1.2.	Recursos Humanos.....	22
3.1.3.	Material para el procedimiento quirúrgico.....	24
3.1.4.	Biomateriales.....	25
3.1.5.	Material para el procesado dentario.....	25
3.1.6.	Material para estudio por la imagen.....	26
3.2	Método.....	27
3.3	Análisis estadístico.....	32
4.	RESULTADOS.....	33
5.	DISCUSIÓN.....	62
6.	CONCLUSIONES.....	67
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	68
8.	ANEXOS.....	73

1. - INTRODUCCIÓN.

1.1. *Antecedentes.*

Las causas de falta de hueso son básicamente dos, una disposición genética que reduce el volumen de hueso existente o factores dañinos localizados. Las causas genéticas la mayoría de las veces van acompañadas de defectos de todo el complejo dento-alveolar. La mayor esperanza de vida de los pacientes, la mayor prevalencia de la periodontitis, enfermedades odontoestomatológicas como quistes, fracasos endodónticos, trauma oclusal, extracciones traumáticas, ciertas enfermedades sistémicas, y el gran capítulo de las periimplantitis, entre otras causas, generan grandes reabsorciones óseas en el maxilar y la mandíbula (factores dañinos localizados).¹

El hueso necesita estímulos para mantener su forma y densidad. Es un tejido dinámico que se encuentra en constante formación y reabsorción. Esto provoca una reestructuración a las nuevas situaciones mecánicas y de carga. La homeostasis ósea conduce a una renovación entre el 5-15% de la masa ósea anualmente.²⁻⁴

Reabsorción-formación son 2 procesos en equilibrio permanente mediados por la actividad de osteoclastos y osteoblastos. A este conjunto se le denomina Unidad básica de remodelado óseo. (Fig. 1)

Numerosos factores hormonales y factores locales actúan favoreciendo el aumento o disminución de la reabsorción ósea, el aumento del número y actividad de los osteoblastos, la mineralización o el aumento de la matriz osteoide. Tal es el caso de las hormonas tiroideas y paratiroides, de la insulina, los glucocorticoides, los andrógenos y estrógenos y numerosos factores de crecimiento y citoquinas⁵ (Fig. 2). Son numerosos los factores involucrados en los procesos de regeneración ósea. (Fig. 3)

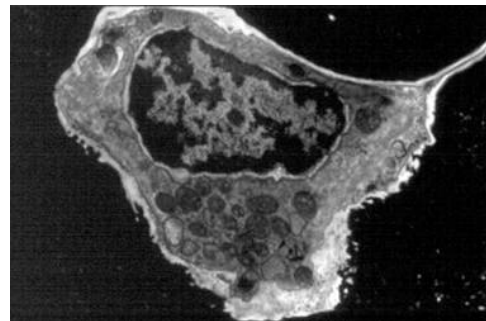
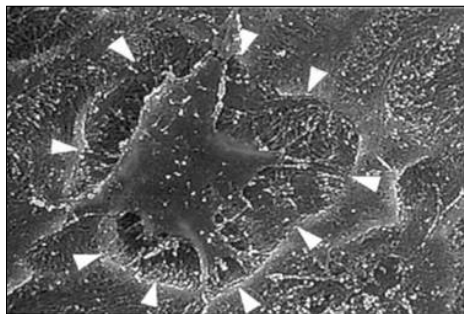
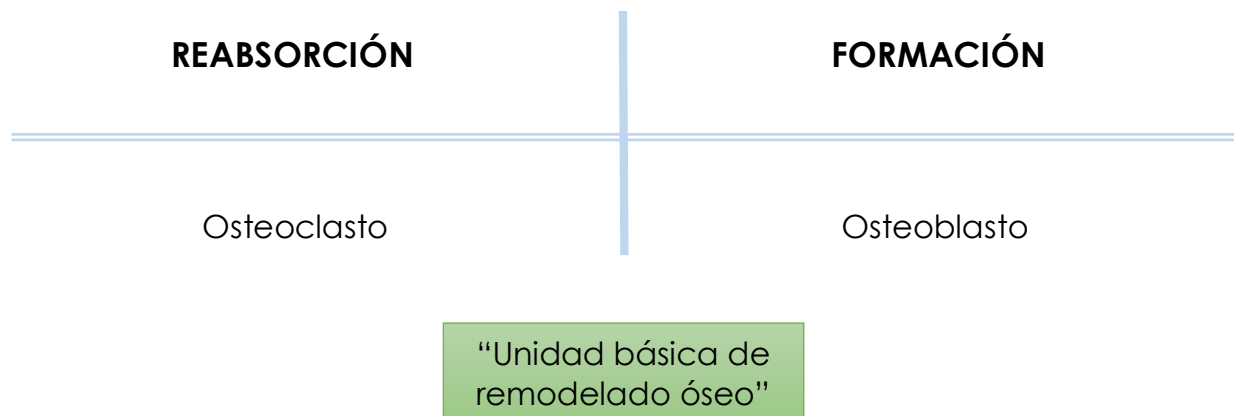


Fig. 1. Unidad básica de remodelado óseo.

<i>Factores hormonales</i>	<i>Efectos óseos</i>	<i>Factores locales</i>	<i>Efectos óseos</i>
Hormonas tiroideas	Matriz osteoide Reabsorción	Factores de crecimiento IGF-I e IGF-II TGF- β PDGF FGF BMP	\uparrow Osteoblastos
Hormona paratiroidea	Reabsorción		
1,25(OH) $_2$ D $_3$	Mineralización Reabsorción		
Insulina	Matriz osteoide		
Glucocorticoides	Reabsorción		
Andrógenos	Formación	Citocinas IL-1 IL-6 IL-11 Prostaglandinas TNF	\uparrow Reabsorción
Estrógenos	Formación		
Progesterona	Formación		
Hormona somatotropa	Formación		
		Interferón	\downarrow Reabsorción

Fig. 2. Factores hormonales y factores locales regulan la remodelación ósea.

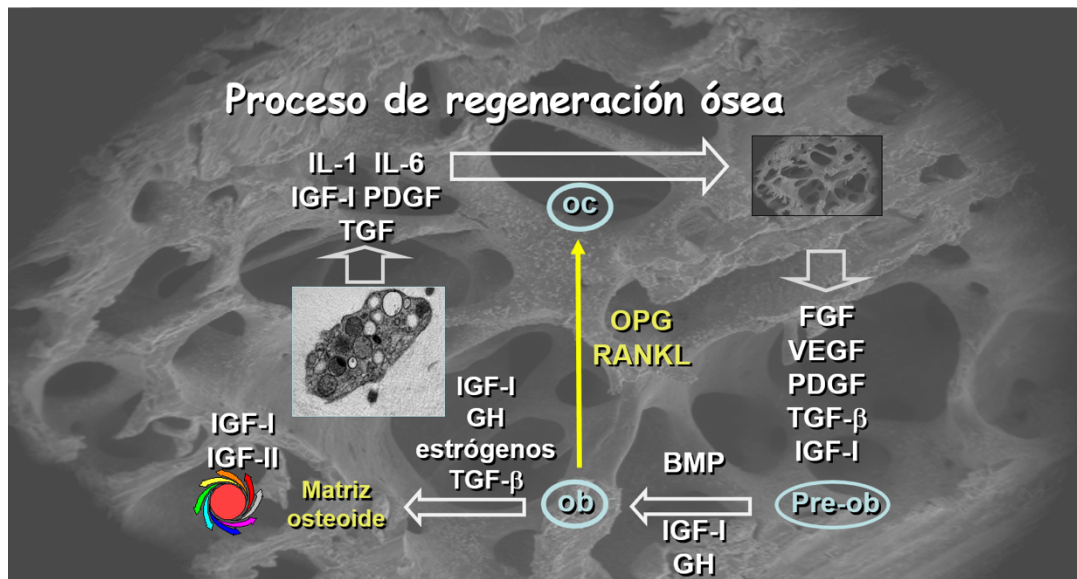


Fig. 3. Procesos de regeneración ósea.

En el esqueleto pueden repararse pequeñas lesiones óseas sin pérdida de hueso pero la restauración del proceso alveolar siempre conlleva una pérdida de volumen.

La curación ósea de manera genérica se produce por cicatrización. El tejido conjuntivo nuevo no presenta las mismas propiedades que el original en la mayoría de las ocasiones y solo en determinados casos se produce la *restitutio ad integrum*.

La curación ósea de pequeños defectos corticales:

1. Depende del tamaño.
2. Defectos de 0.2 mm (tamaño de una osteona): curación ósea directa mediante hueso lamelar dispuesto concéntricamente.
3. Defectos de hasta 1 mm cicatrizan mediante la conformación primero de una guía de tejido óseo y seguidamente de depósito de hueso lamelar. Este tipo de defectos de 1 mm se han denominado tipo *jumping distance* y tienen un papel trascendental en la implantología.
4. Defectos mayores de 3 mm requieren un tiempo prolongado hasta la osificación completa (meses).

En cualquier caso es FUNDAMENTAL:

1. Estabilidad mecánica.
2. Buen suministro sanguíneo.

La posibilidad de que un defecto óseo cicatrice por sí mismo está en relación directa con su tamaño.

Defecto de tamaño crítico (CSD) es aquel defecto a partir del cual no se puede producir una cicatrización positiva del mismo, bien por:

1. Falta de material para la formación de nuevo hueso.
2. Ausencia de paredes externas.

Este tipo de defectos no pueden regenerarse por osificación central.

Cuando se pierde un diente, la falta de estimulación del hueso residual, origina una disminución de las trabéculas y de la densidad ósea en dicha zona, con pérdida de la anchura ósea vestibular, y posterior pérdida de la altura del volumen del proceso alveolar. Esta situación es de suma trascendencia en las primeras 8 semanas.⁶

La altura del hueso disminuye progresivamente un 25% durante el primer año de la pérdida dentaria, y un total de 4 mm de altura durante este primer año posterior a las extracciones realizadas. También son importantes los cambios producidos a nivel de la vascularización como consecuencia de la reabsorción puesto que pasamos de una vascularización intraósea a una vascularización perióstica centripeta.⁷⁻¹⁰

Estos cambios dimensionales que suceden en el proceso alveolar pueden dificultar la colocación de un implante en una localización adecuada.¹¹

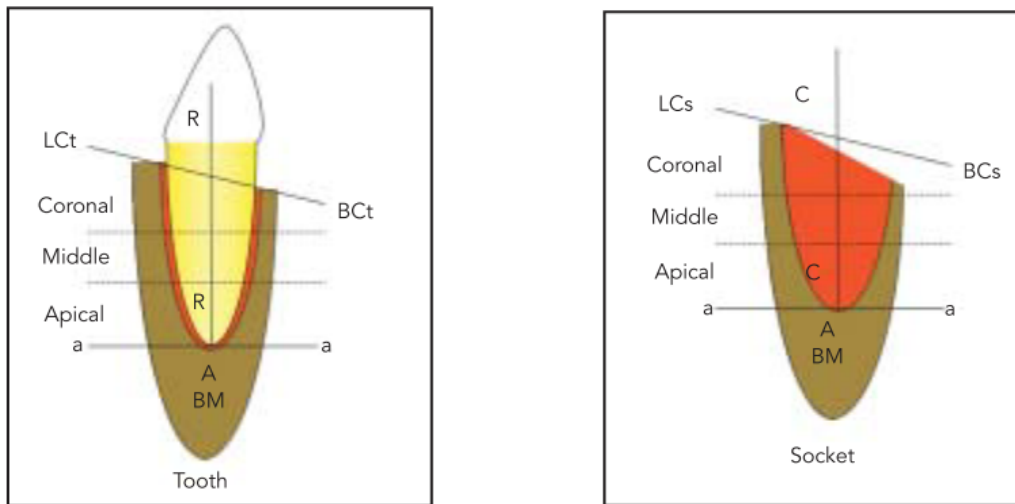


Fig. 4. Cambios dimensionales en alveolo post-extracción según Araujo.

Después de la extracción en un diente único, la cresta alveolar se reduce levemente en sentido vertical y en cambio muestra una reabsorción muy marcada en sentido horizontal. Después de extracciones múltiples y el uso de una prótesis completa removible, la cresta alveolar sufre una contracción severa en ambas direcciones:

- Vertical
- Horizontal

El *bundle bone* es la porción interna del hueso alveolar (término histológico), donde se insertan las fibras del ligamento periodontal. Es un hueso laminar maduro de 0,2 a 0,4 mm de grosor. Es una estructura diente-dependiente y se va a reducir gradualmente después de la exodoncia.

La reducción del alvéolo post extracción dependerá de los siguientes factores:

1. Trauma quirúrgico.
2. Ausencia de estímulos funcionales en la paredes óseas.
3. Ausencia de *bundle bone* y ligamento periodontal.
4. Información genética.

La curación de los alveolos después de una exodoncia se produce tal y como establece Cardaropoli ⁶ en su modelo experimental animal en diferentes fases en la cicatrización:

- 3 primeros días: Relleno con coágulo sanguíneo con células Inflamatorias en los márgenes.
- 3º día: Organización del coágulo. Es progresivamente sustituido por tejido de granulación basal muy vascularizado. En la zona central se produce la lisis de los eritrocitos y Necrosis Central.
- 7º día: Ya no hay restos de tejidos restantes del aparato de sostén.
- 14º día: Empieza a verse tejido óseo en contacto con el hueso alveolar limítrofe.
- 30º día: Primeras osteonas de hueso lamelar en contacto con el hueso antiguo del alveolo. La mayor parte todavía es tejido fibroso cubierto por una capa epitelial.
- 60º-90º día: Puente de tejido duro. Tejido óseo y médula ósea nueva que será sustituida por hueso lamelar pasados 120-180 días.

Por tanto, la secuencia empieza por la matriz de tejido conectivo, seguida de la formación de hueso reticular, hueso cortical y, finalmente, médula ósea.

Según Amler ¹² existen 5 estadios en la cicatrización de un alveolo post-extracción:

- Estadio I. Se forma inmediatamente un coágulo de células blancas y rojas, produciéndose hemostasia.
- Estadio II. El tejido de granulación reemplaza el coágulo sobre el cuarto o quinto día. Se inicia la angiogénesis a través de la cadena de células endoteliales y formación de capilares.
- Estadio III. El tejido conectivo reemplaza gradualmente al tejido de granulación en 14 – 16 días y tiene lugar el recubrimiento epitelial completo.
- Estadio IV. Inicio de la calcificación de tejido osteoide, comenzando en la base y periferia del alveolo (7 – 10 días). A las 6 semanas, el hueso trabecular rellena casi al completo el alveolo. Máxima actividad osteoblástica, proliferación de elementos celulares y de tejido conectivo con osteoblastos debajo de tejido

osteóide alrededor de lagunas inmaduras de hueso (4º – 6º semana post-extracción). Tras la octava semana, la osteogénesis parece disminuir.

- Estadio V. Tras 4 – 5 semanas hay epitelización completa del alveolo. El relleno óseo completo se produce entre la 5ª y 10ª semana. A las 16 semanas se completa el relleno óseo, con poca actividad osteogénica.

Chen y cols.¹³ diferencian en su estudio cambios internos y externos del alveolo post-extracción. En los cambios externos, se produce reabsorción horizontal del alveolo de 5–7 mm en los 6–12 primeros meses (50 % de la anchura inicial). En los cambios internos, hay una reducción de 3–4 mm o del 50 % de la altura inicial a los 6 meses. También se produce una reducción de 4–5 mm de anchura original durante los primeros 6 meses. Los factores a tener en cuenta en estos cambios dimensionales son los factores sistémicos, el consumo de tabaco, el número y la proximidad de los dientes a extraer, la condición del alveolo previa a la extracción, la influencia del biotipo en la cicatrización, la localización del diente en la arcada y el tipo de prótesis o restauración utilizada.

Kazor¹⁴ explica que según Seibert los defectos del reborde alveolar pueden ser:

- Defectos de Clase I. Existe una pérdida buco-lingual y las dimensiones apico-coronales están mantenidas.
- Defectos de Clase II. Existe una pérdida apico-coronal y dimensiones buco-linguales están mantenidas.
- Defectos de Clase III. Existe un defecto combinado en anchura y altura.

Elian y cols.¹⁵ realizaron una clasificación del diente a extraer, teniendo en cuenta la presencia de tejido blando y la pared ósea vestibular. Es muy útil para valorar si es necesario realizar la preservación del alveolo o si es posible la colocación inmediata de los implantes tras la extracción. Ésta se divide en tres tipos:

- Tipo I. Los tejidos blandos y la pared ósea vestibular previamente a la extracción se encuentran a nivel de la línea amelocementaria (LAC) y tras la exodoncia se han mantenido al mismo nivel. Se trata de casos fáciles de tratar en los que los resultados son predecibles.

- Tipo II. Los tejidos blandos vestibulares se encuentran en una posición normal antes de la exodoncia, pero hay una pérdida parcial de la cortical ósea vestibular post-extracción. Puede confundirse con un tipo I, aun así, los resultados son relativamente predecibles.
- Tipo III. Existe una pérdida de la pared ósea y de los tejidos blandos en vestibular tras la extracción dental. Son casos difíciles de tratar en los que los resultados no son predecibles al 100 %. En estos casos se recomienda la preservación alveolar.

Esta situación conduce inevitablemente en la mayoría de los casos a:

- Una remodelación que repercute en disminución de la ANCHURA y la ALTURA en las primeras 8 semanas.
- La pérdida de la cortical externa y del periostio conduce a la falta de formación efectiva de nuevo hueso.
- Incluso, persistiendo el periostio, la falta de estabilidad tridimensional conduce a la pérdida de sustancia dura.

En todos los casos, la REGENERACIÓN ÓSEA COMPLETA se ve limitada por:

1. Escaso riego sanguíneo.
2. Inestabilidad mecánica.
3. Tamaño del defecto mayor al tamaño crítico.
4. Competición de tejidos altamente proliferativos.

Por tanto, de manera genérica toda clase de edentulismo se asocia de una forma u otra a reabsorción y colapso óseo.

Para la consecución de una rehabilitación protética con resultado satisfactorio es precisa la restauración de la arquitectura tisular basándose en el patrón natural de los dientes y del periodonto adyacente. La recreación del contorno alveolar es la clave del éxito.

El RESULTADO estético y funcional final estará relacionado con tres factores:

1. Hueso de la arcada
2. Tejido blando
3. Diseño de la prótesis

La función del TEJIDO ÓSEO es determinar con su volumen y topografía, el contorno y la arquitectura del tejido blando.

El tratamiento de áreas con déficit óseo persigue devolver la altura y grosor necesarios para dar soporte a la mucosa.

La función del TEJIDO BLANDO es armonizar el contorno y la arquitectura gingival para proporcionar naturalidad y protección.

Es por ello que surge el concepto de *preservación alveolar y regeneración ósea guiada (guided bone regeneration)*.

Con las técnicas de preservación alveolar, se pretende disminuir la pérdida de volumen óseo que tiene lugar tras la extracción dentaria, para poder conseguir un volumen óseo suficiente que permita una reconstrucción protésica estética y funcional tras la colocación de los implantes.

Con las técnicas de Regeneración Ósea Guiada se pretende aumentar el volumen óseo de las zonas edéntulas que presentan una atrofia vertical, horizontal o combinada para permitir la inserción de los implantes en una posición protésicamente guiada.

El fundamento de la regeneración ósea guiada se basa en los principios de la regeneración tisular guiada (*guided tissue regeneration*) en el campo de la periodoncia.

A finales de los años 70 se establece por Melcher¹⁶ que la cicatrización periodontal era dirigida por el tejido que primero cicatriza. El concepto de regeneración periodontal es establecido experimentalmente en 1980 y probado clínicamente en humanos por Nyman¹⁷ en 1982.

A finales de los años 80, Dahlin¹⁸ utiliza el mismo concepto de regeneración utilizando membranas en defectos óseos experimentales propiciados por extracciones dentales, este concepto es denominado regeneración ósea guiada.

Posteriormente es aplicado con éxito en humanos en las siguientes situaciones clínicas:

- Implantes post-extracción inmediatos en 1989 por Lazzara¹⁹.
- Dehiscencias y fenestraciones periimplantarias en 1990 por Becker y Becker²⁰.
- Aumento localizado de cresta en sentido horizontal en 1990 por Buser y cols.²¹.
- Aumento localizado de cresta en sentido vertical en 1994 por Simion y cols.²².

El principio biológico de la ROG se basa en el posicionamiento de una barrera o membrana que impida la migración de fibroblastos y células epiteliales en el área donde se pretende obtener la regeneración de tejido óseo.

Solo las células osteogénicas del tejido óseo pueden migrar en el coágulo cerca de la zona aislada y permitir la neoformación de tejido óseo. Cuando no se utilizan sistemas de barrera (membrana) las células no osteogénicas y en especial los fibroblastos ocuparán la zona en vía de cicatrización más rápidamente que las células osteogénicas y el resultado no es predecible.

Las técnicas de preservación alveolar, cuyo objetivo es reducir los cambios dimensionales verticales y horizontales del alveolo tras la extracción dentaria, y las técnicas de regeneración ósea guiada que pretenden aumentar el volumen óseo en zonas edéntulas requieren el empleo de materiales de sustitución ósea con o sin membrana para que, tras la cicatrización, se disponga del máximo volumen óseo posible que permita una reconstrucción protésica estética y funcional tras la colocación de los implantes. Sin embargo, en la preservación alveolar hoy por hoy no es posible impedir cierta pérdida en anchura y en altura, a pesar de la variedad de técnicas y materiales de sustitución utilizados.²³

La cicatrización ósea tras la colocación de implantes post-extracción va seguida de una casacada biológica de eventos similares a los que ocurren en la cicatrización de otros defectos óseos en la cresta alveolar. El proceso de remodelado óseo parece estar más influenciado por el tamaño del alveolo.²⁴

Existe un debate sobre la necesidad de rellenar el gap con hueso autógeno o sustitutos óseos y/o membranas.²⁵

Los materiales de injerto pueden actuar mediante tres mecanismos que promueven la curación del alveolo post-extracción y la regeneración ósea guiada: osteogénesis, osteoinducción y osteoconducción. (Fig. 5)²⁶



Fig. 5. Neoformación ósea.

Los sustitutos óseos son “un andamio” para que los osteoblastos precursores colonicen el defecto y den lugar a la formación de nuevo hueso.

Podemos clasificar los injertos óseos en: (Fig. 6 y 7)²⁷

- Autoinjerto/ material autólogo. Es aquel que proviene del mismo individuo y se utiliza en una zona receptora. Los autoinjertos pueden ser osteogénicos, son osteoconductores y osteoinductores pero tienen una alta reabsorción y necesitan de una zona donante que, en ocasiones, requiere anestesia general, por lo que presentan una morbilidad adicional. Además, no son almacenables, pero no transmiten enfermedades y son económicos.

- Aloinjerto/ material homólogo. Es el injerto que se transfiere entre miembros de la misma especie, a partir de bancos de hueso de cadáveres. Los aloinjertos son osteoconductores y osteoinductores. Sin embargo, pueden transmitir enfermedades y a veces, los pacientes presentan un rechazo hacia este material. Son almacenables aunque presentan un coste elevado. Pueden ser mineralizados o desmineralizados. (FDBA, DFDBA).

El DFDBA (hueso desmineralizado desecado y congelado) es un aloinjerto que contiene proteínas morfogenéticas óseas (BMP), lo cual le confiere propiedades osteoinductivas y osteoconducivas, que inducen nueva formación ósea durante el proceso de regeneración.²⁸

- Xenoinjerto/ material heterólogo. El material proveniente de especies diferentes (injertos bovinos, porcinos). Los xenoinjertos son osteoconductores, pero no osteoinductores y están constituidos por hueso no vital y desproteinizado (colágeno, gelatina), ya que tienen un procesamiento industrial. Es almacenable aunque su elaboración es costosa.

El xenoinjerto de origen bovino (BioOss) o porcino (Apatos) es hueso inorgánico mineral. Se ha observado su capacidad para mantener dimensiones en el alveolo post-extracción y evitar la reabsorción del mismo²⁹. También se ha descubierto que se encuentran partículas residuales en los análisis histológicos de las muestras después de cuatro meses³⁰, e incluso después de nueve meses³¹, parte de éstas se encuentran encapsuladas en el tejido conectivo.

- Injerto aloplástico. Son sustancias de origen sintético. Osteoconductores pero no osteoinductores. No transmite enfermedades aunque el paciente puede sufrir una reacción a cuerpo extraño. Su almacenaje es sencillo, pero su coste es elevado. (Hidroxiapatita, vidrio bioactivo, fosfato tricálcico).

El fosfato Tricálcico Beta (B-TCP) se degrada y se reemplaza por nuevo hueso sin la proliferación de tejido fibroso.

El sulfato de calcio es que sufre una degradación en el defecto y una disminución local en el pH. Esta caída del pH produce una desmineralización de las paredes del defecto con liberación de factores de crecimiento óseo.

Los vidrios bioactivos forman parte de un grupo especial de cerámicas, las cerámicas bioactivas. Están compuestos de calcio y fósforo en proporciones similares al hueso humano, además de sílice. Su principal característica es que pueden unirse al tejido óseo.³² El uso de vidrios bioactivos en los alvéolos post-extracción parece que retrasa la cicatrización el hueso alveolar.



Fig. 6. Materiales de injerto.



Fig. 7. Materiales de injerto: combinación, barreras y otras técnicas.

Todos los biomateriales estudiados han demostrado capacidad para reducir la reabsorción ósea que sufre la cortical alveolar vestibular después de una extracción. Los biomateriales reabsorbibles (DFDBA, FDBA, DBM, B-TCP, Sulfato cálcico, etc.) obligan a colocar los implantes en un periodo de tiempo no superior a 6 meses porque la reabsorción ósea está condicionada en parte por las demandas funcionales.

Los biomateriales no reabsorbibles han demostrado mayor estabilidad en el volumen de la cresta ósea a largo plazo y una excelente osteointegración.

Los avances en la ingeniería de tejidos y la ciencia de células madre han llevado al desarrollo de nuevos enfoques para la regeneración ósea en la región maxilofacial.

La dentina ha sido un área de interés para el estudio de su uso potencial como sustituto óseo, ya que tiene un contenido mineral superior a cualquier material derivado de hueso. Además, la dentina es comparable con el hueso autógeno en dos aspectos: es osteocompatible y osteoconductor, por lo que proporciona una matriz física para la nueva deposición de hueso. Por todo esto, la dentina se considera como un material bioactivo ideal para la regeneración del tejido duro. ^{33,34,35}

Durante mucho tiempo, se ha sabido que proteínas de peso similar a las proteínas morfogenéticas óseas (BMPs) son abundantes en la sustancia dental. Las BMPs son

capaces de promover la diferenciación de células mesenquimales en odontoblastos y ameloblastos. Estas proteínas pueden mejorar las propiedades osteoinductivas del sustituto óseo si son capaces de ser retenidas durante el procesamiento del material estudiado en este experimento. Con la perspectiva de la posible utilización de la dentina bovina como material de injerto viene la oportunidad de utilizar la propia dentina de un paciente de sus dientes extraídos.³³

Por tanto, muchos investigadores han considerado al diente como un portador de proteínas y como material de injerto debido a que su composición biológica es muy similar a la del hueso alveolar. Tanto el diente como el hueso alveolar derivan de las células de la cresta neural y están compuestos por el mismo colágeno tipo I.³⁴ Muchas proteínas son comunes en hueso, dentina, y cemento. La dentina ocupa más del 85% de la estructura del diente, lo que plantea la posibilidad de su uso como material de injerto óseo.³⁶ Además, la dentina contiene BMPs, que inducen a la formación de hueso, y proteínas no colágenas tales como la osteocalcina, osteonectina y fosfoproteína, implicadas en la calcificación del hueso. En la dentina, el contenido inorgánico es del 70-75%, mientras que el contenido orgánico es del 20%, aproximadamente. En el hueso alveolar, el contenido inorgánico es del 65% y el orgánico del 25%. Al menos un 90% del contenido orgánico de la dentina es colágeno tipo I.³⁴

El primer caso de autoinjerto de dentina humana se informó en 2003 por Murata y cols.³⁷. Posteriormente, en 2011, los mismos autores presentaron a la dentina como un nuevo biomaterial y también como matriz portadora de BMPs (BMP-2), involucrada en la formación ósea. Realizaron un estudio en conejos en el que confirmaron que la matriz de dentina completamente desmineralizada (DDM) induce la formación de hueso en 4 semanas, mientras que la dentina no desmineralizada induce la formación ósea a las 8-12 semanas después de su implantación. Este retraso puede estar producido por la inhibición de la BMP- liberadora por los cristales de apatita. Los tejidos altamente calcificados como la dentina no producen una temprana osteoinducción y formación de hueso esponjoso. Después de la desmineralización de la dentina, siguen quedando tipos bioactivos de BMPs, en especial las BMP-2, BMP-4 y BMP-7, que se unen en matrices ricas de colágeno, al igual que en el hueso.

Los resultados sugieren que la dentina podría desempeñar un papel fundamental en la reparación temprana del hueso y proporcionar una superficie favorable para la actuación de osteoblastos.³⁵

Kim y cols.³⁸ indican una excelente cicatrización utilizando autoinjertos de origen dentario tanto en la evaluación clínica como radiológica e histológica con mantenimiento de la cresta ósea a 31 meses de seguimiento.

Recientemente, otros estudios han informado que la utilización de dientes extraídos sometidos a procedimientos de limpieza, desmineralización y esterilización es efectiva como material de injerto para rellenar defectos óseos alveolares en el mismo paciente. La preparación del material de injerto exige, en estos casos, mucho tiempo para su posterior utilización.³⁷

Otros autores como Binderman y cols.³⁶ han modificado el procedimiento de preparación del injerto para que pueda utilizarse de forma inmediata tras su extracción en el mismo paciente.

1.2. Justificación.

Después de la extracción de un diente, ocurren numerosos cambios dimensionales en el proceso alveolar. Estos cambios pueden dificultar la colocación de un implante en una localización adecuada.

Después de la extracción en un diente único, la cresta alveolar se reduce levemente en sentido vertical y en cambio muestra una reabsorción muy marcada en sentido horizontal. Después de extracciones múltiples y el uso de una prótesis completa removible, la cresta alveolar sufre una contracción severa en ambas direcciones: Vertical y Horizontal.

La preservación alveolar permite minimizar la reabsorción ósea que tiene lugar sobre todo en los tres primeros meses post-extracción, logrando evitar la realización de otras técnicas más complejas de aumento de reborde alveolar (regeneración ósea guiada), que son precisas en todos aquellos otros casos de déficit óseo en áreas desdentadas.

En la actualidad se están desarrollando estudios que comparan la efectividad de diferentes materiales de injerto óseo, analizando la histología del alveolo tras el tratamiento, así como los cambios dimensionales producidos al utilizar los distintos tipos de materiales.

La evidencia científica no proporciona unas directrices claras en cuanto al tipo de biomaterial más indicado o el procedimiento quirúrgico.

El injerto de hueso autólogo se considera un material regenerativo útil para los pacientes, ya que es más barato que los demás materiales de injerto de hueso y completamente seguro, evitando las preocupaciones sobre la transmisión de enfermedades y las reacciones inmunogénicas asociadas con los materiales de injerto alogénicos y xenogénicos, pero tiene limitaciones de cantidad, complicaciones en el área donante y gran reabsorción.

Diversos estudios aportan la posibilidad de utilizar material de injerto óseo autólogo proveniente de las estructuras dentarias, asociando las ventajas ya descritas de este tipo de injertos con la facilidad de la obtención, ausencia de morbilidad y capacidad osteoproliferativa aportada por las células pluripotenciales procedentes de la pulpa dentaria.

En este sentido, y considerando que la evidencia científica no proporciona unas directrices claras en cuanto al tipo de biomaterial más indicado para su utilización en el procedimiento de preservación alveolar, a las ventajas que supone la utilización de material de este material autólogo, por facilidad de obtención, nula morbilidad y escasa repercusión económica y a la posibilidad de que el material autólogo de origen dentario incluya células pluripotenciales de origen pulpar que optimicen la regeneración ósea, creemos justificada la realización de este estudio como Trabajo de Investigación clínica.

2.- HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS.

En función a lo expuesto anteriormente, nos planteamos:

Hipótesis de trabajo (Hn):

La utilización de material de injerto autólogo de origen dentario en las técnicas de preservación alveolar (alveolo post-extracción) puede minimizar la pérdida ósea horizontal y vertical de la cresta alveolar y optimizar la cicatrización del alveolo acelerando la neoformación ósea.

Hipótesis Nula (Ho):

La utilización de material de injerto autólogo de origen dentario no minimiza la pérdida ósea horizontal y vertical de la cresta alveolar en el alveolo post-extracción.

Objetivos:

1. Comparar mediante CBCT la contracción alveolar sufrida en sentido horizontal y vertical entre el grupo control y el grupo material dentario autógeno (MDA)
2. Estudiar las diferencias densitométricas entre ambos alveolos post-extracción.

3.- MATERIAL Y MÉTODO.

3.1. *Material.*

3.1.1. Recursos humanos

Se seleccionaron individuos susceptibles de ser tratados y rehabilitados mediante terapia implantológica, pertenecientes a la Clínica del Master en Cirugía Bucal, Implantología, y Periodoncia de la Universidad de León.

En este ensayo clínico controlado a boca partida, los casos fueron seleccionados y tratados bajo supervisión de un único operador entre Febrero 2016 y Febrero 2017.

Se respetaron los criterios de la Declaración de Helsinki en cuanto a la investigación en seres humanos. Todos los individuos recibieron exhaustivas explicaciones y se les dio información por escrito basada en un consentimiento informado antes de ser incluidos en la muestra (Anexo).

Todos los individuos fueron sometidos a una evaluación preliminar bajo una cuidadosa valoración médica previa al procedimiento quirúrgico, revisión de su historia dental, y estudios radiográfico y tomográfico.

Se establecieron los siguientes criterios de inclusión/exclusión:

Criterios de inclusión:

1. Pacientes adultos (mayores de 18 años) sanos.
2. Pacientes que precisaron la extracción de dos dientes uniradiculares por causa periodontal, caries radiculares, o fracturas, y que vayan a ser susceptibles de su reposición posterior mediante un implante osteointegrado.
3. Integridad de las paredes alveolares después de la extracción dentaria.
4. Pacientes que aceptaron las condiciones del estudio, firmaron el consentimiento informado y se comprometieron a acudir a las citas de revisión pautadas.

Criterios de exclusión:

Siguiendo a Buser y cols.²¹ los criterios de exclusión de los pacientes para este estudio fueron:

1. Pacientes con enfermedades endocrino-metabólicas que pudieran afectar a la regeneración ósea.
2. Pacientes con procesos agudos o crónicos, generales o locales.
3. Pacientes con patologías que pudieran verse influidas por la cirugía en sí o por los fármacos a utilizar intraoperatoriamente o postoperatoriamente (Tabla 1).
4. Pacientes con antecedentes de toma de bifosfonatos.
5. Pacientes fumadores de más de 10 cigarrillos/día.
6. Ausencia de una o más paredes alveolares después de la extracción dentaria.

Prerrequisitos	Capacidad de cicatrización tisular
	Crecimiento óseo finalizado (en situaciones normales)
	Antes del final del crecimiento óseo (en situaciones especiales: ej. casos ortodóncicos)
Factores de riesgo	Hueso irradiado
	Diabetes grave
	Alteraciones de la coagulación
	Consumo excesivo de tabaco
Factores de riesgo elevado	Enfermedades sistémicas graves
	Inmunosupresión
	Drogadicción
	Pacientes no colaboradores

Tabla 1. Aspectos médicos generales descritos por Buser.

3.1.2. Instrumental quirúrgico.

Se utilizó el instrumental habitual para realizar técnicas de anestesia intrabucal, extracciones dentarias de forma atraumática así como el instrumental necesario intervenciones quirúrgicas sobre tejido óseo:

- Jeringas de anestesia habituales en Odontología.
- Carpules de Articaína con Adrenalina 1:100.000
- Agujas de anestesia desechables 27 y 30 G

- Sindesmotomos manuales
- Sindesmotomos acoplados a un piezosurgery
- Forceps y botadores
- Cucharillas de legrado
- Mango y hojas de bisturí nº 15.
- Separadores de Farabeuf y/o Langenbeck
- Periostotomo.
- Pinza de Adson.
- Pinza Kocher hemostática.
- Contraángulo acoplado a motor quirúrgico con sistema de irrigación.
- Portaagujas tipo Mayo
- Sutura monofilamento no reabsorbible (seda 5-0).
- Gasas hemostáticas.

3.1.3. Biomateriales

Se utilizaron los siguientes productos:

- A. Material dentario autógeno (MDA). Procedente de los pacientes incluidos en el estudio clínico y obtenido según el método específico descrito más adelante.
- B. Membrana de Colágeno 10 x 20 mm Socket Repair Membrane (Zimmer Biomet, Estados Unidos).

3.1.4. Material para el procesado dentario.

- Fresas de carburo tungsteno tipo fisura o bellota.
- Cámara de trituración Smart Dentin Grinder®(Kometabio Bioner, España).

- Limpiador químico: solución 0.5M de NaOH y 20% de etanol.
- Solución salina estéril tamponada con fosfatos.

3.1.5. Material para estudio por la imagen.

- CBCT Carestream 9300
- Software de procesamiento de imágenes DICOM BTI Scan 3 (BTI, España).

3.2. Método.

La metodología que se siguió en este estudio fue la siguiente:

- 3.2.1. Diseño del estudio y establecimiento de los grupos de estudio.
- 3.2.2. Técnica quirúrgica.
- 3.2.3. Análisis dimensional del alveolo post-extracción.
- 3.2.4. Análisis densitométrico del alveolo post-extracción.

3.2.1. Diseño del estudio y establecimiento de los grupos de estudio:

Se realizó un estudio clínico a boca partida con un total de 9 pacientes que precisaron extracciones dentarias de dientes uniradiculares por causa periodontal u otras causas de índole odontológico y que fueran a ser rehabilitados mediante implantes osteointegrados de forma diferida. Se establecerán dos grupos:

- **Grupo control**, formado por 9 pacientes en los que no se rellenó el defecto óseo alveolar.
- **Grupo MDA**, formado por 9 pacientes en los que se rellenó el defecto óseo alveolar mediante material dentinario autógeno procesado en fresco.

En los dos grupos se procedió al sellado alveolar mediante una membrana de colágeno.

3.2.2. Técnica quirúrgica:

Consideraremos los siguientes apartados:

2.1 Extracción dentaria.

2.2 Preparación y procesado del material de origen dentario.

2.4 Preservación alveolar.

2.1 Extracción dentaria. Se procedió a la extracción dentaria de manera atraumática, de forma que se utilizaron sindesmotomos manuales o acoplados a un *piezosurgery* para

evitar alteraciones del reborde alveolar en el momento de la exodoncia.. Posteriormente se realizó el legrado minucioso del alveolo.

En aquellos casos en los que el diente objeto de la extracción presentaba un tratamiento de conductos no fue utilizado como material donante en el grupo MDA para la preservación alveolar.

2.2. Preparación y procesado del material de origen dentario. Una vez obtenido el material dentario y en aquellos casos en los que fue utilizado como material de relleno alveolar, se procedió a la preparación y procesado del mismo tal y como indicamos:

1. Mediante fresas de carburo tungsteno de fisura o bellota:

- Eliminación de coronas o rellenos de cualquier índole (resinas compuestas, amalgamas).
- Eliminación de dentina cariada o decolorada, ligamento periodontal y cálculo dentario.

2. Lavado mediante suero fisiológico estéril y secado con jeringa de aire.

3. Colocación de los fragmentos dentinarios en una cámara de trituración capaz de moler las raíces conformando partículas entre 300 y 1200 micras. El tiempo empleado fue de 3 sg para el molido y 20 sg para el separado de las partículas mediante vibración. Las partículas de menos de 300 micras fueron desechadas.

4. El material particulado obtenido fue sumergido en una solución 0.5M de NaOH con 20% de etanol durante 10 minutos en un recipiente de vidrio estéril. Esto provocó la disolución de los restos orgánicos, bacterias y toxinas que se encontraran en la dentina.

5. Lavado en solución salina estéril tamponada con fosfato.



Fig.8. Fragmentos dentarios una vez eliminada la dentina cariosa o decolorada, ligamento periodontal y cálculo dentario (izquierda). Fragmentos en la cámara de trituración Smart Dentin Grinder®.

2.4 Preservación alveolar. Una vez legrado el alveolo post-extracción se procedió según el grupo seleccionado, de manera que:

- En los pacientes del **Grupo control**, no fue rellenado el defecto óseo alveolar.
- En los pacientes del **Grupo MDA**, el defecto óseo alveolar mediante material dentinario autógeno procesado en fresco.

En los dos grupos fue sellado el alveolo mediante una membrana de colágeno de tamaño 15x20 mm y se suturó a los bordes del mismo mediante sutura monofilamento de 5/0.



Fig. 9. Material dentinario particulado de entre 300-1200 micras.

3.2.3. Análisis dimensional del alveolo post-extracción.

Se realizó la medición de los parámetros dimensionales siguientes en un estudio CBCT en el momento postquirúrgico, a las 8 semanas, y a las 16 semanas:

- Mediciones verticales:
 - » Distancia VL: desde el fondo del alveolo hasta la zona más crestal de la cortical ósea lingual.
 - » Distancia HL-BBC: diferencia de altura entre LBC y BBC.
- Mediciones horizontales:
 - » Distancia dese VL hasta BBC a 1 mm (nivel crestal).
 - » Distancia dese VL hasta BBC a 3 mm.
 - » Distancia dese VL hasta BBC a 5 mm.

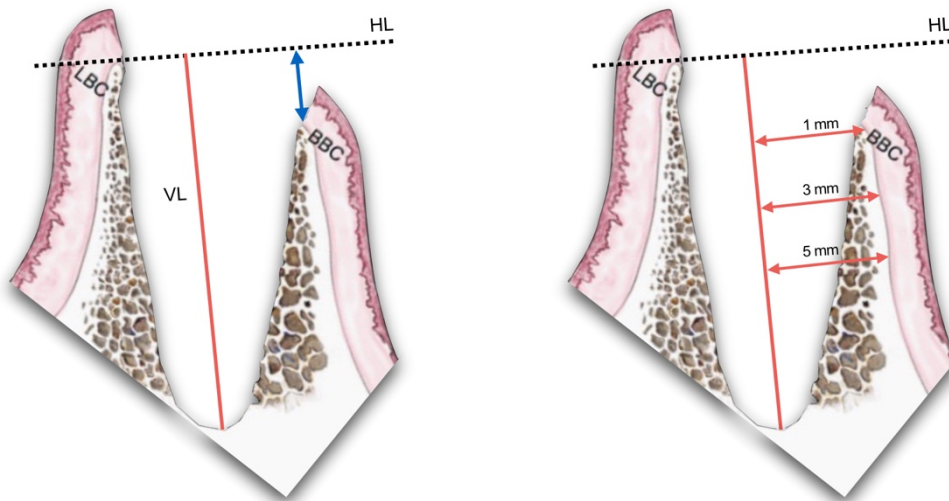


Fig. 10. Mediciones verticales y horizontales del alveolo. *Mediciones verticales*: HL (línea horizontal), VL (línea vertical; eje axial del diente), BBC (cortical ósea vestibular), LBC (cortical ósea lingual). *Mediciones horizontales*: HL (línea horizontal), BBC (cortical ósea vestibular), LBC (cortical ósea lingual).

3.2.4. Análisis densitométrico del alveolo post-extracción.

Se realizó una determinación de la densidad ósea del hueso regenerado en el alveolo post-extracción mediante la determinación de las unidades Hounsfield en el área alveolar coronal, media y apical a las 8 y 16 semanas.

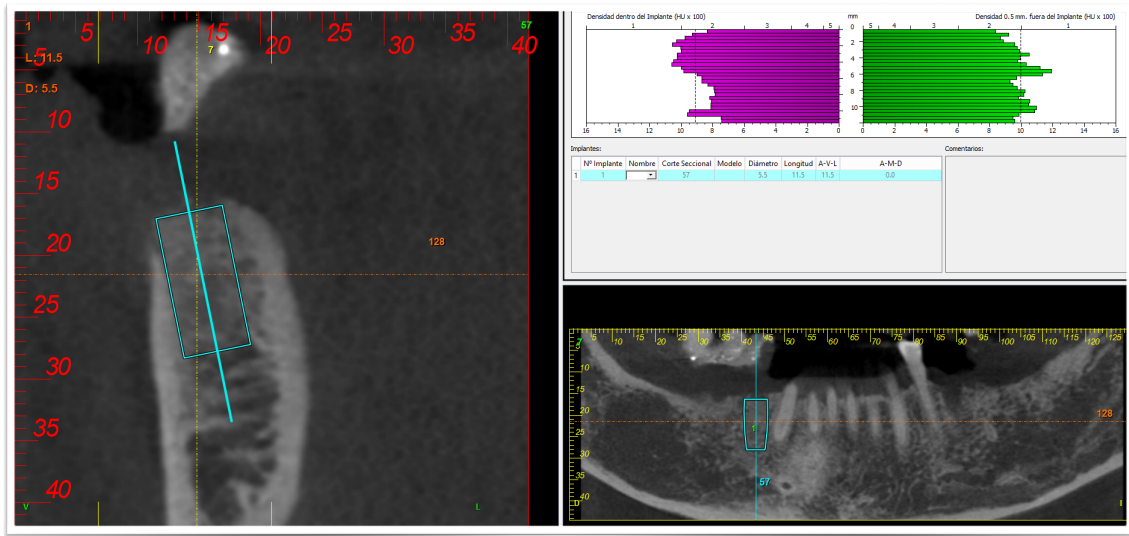


Fig. 11. Imagen del software BTI Scan para el registro de la densidad ósea del alveolo.

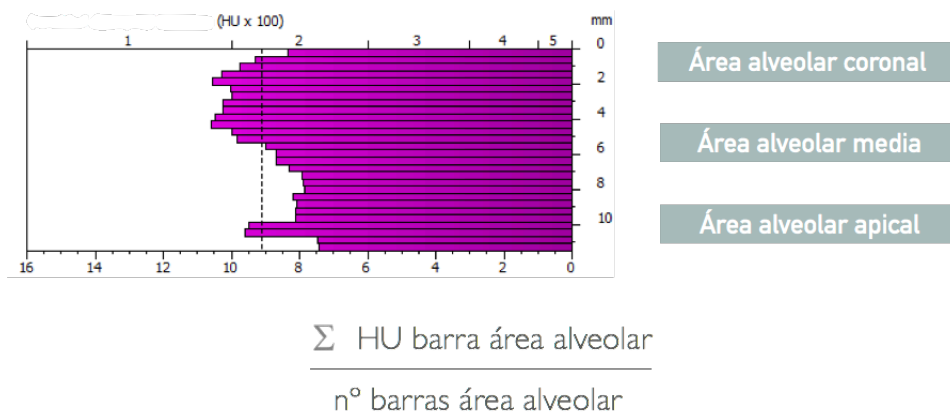


Fig. 12. Figura del software BTI Scan de densidad ósea en unidades Hounsfield (HU) y fórmula para calcular dichas UH en las áreas alveolar coronal, media, y apical.

Las densidades de cada una de las áreas alveolares coronal, media, y apical se obtuvieron mediante la fórmula descrita (Fig.12).

El total de barras existentes en la figura se dividió entre 3 obteniendo el número de barras por cada área alveolar (denominador de la fórmula).

El numerador corresponde al sumatorio de las HU de cada barra perteneciente al área correspondiente. Ese total se dividió por el número de barras del área alveolar.

De esta manera, se obtuvo la media de las UH de cada una de las áreas alveolar coronal, media, y apical en los alveolos control y test en el momento post-quirúrgico, 8 semanas, y 16 semanas.

Los datos fueron recogidos rellenando las siguientes tablas (análisis dimensional) y gráficas (análisis densitométrico) en cada una de las muestras:

<i>Muestra nº 1</i>		POST-QUIRÚRGICO		8 SEMANAS		16 SEMANAS	
		Control	MDA	Control	MDA	Control	MDA
DISTANCIA VL							
DISTANCIA HL-BBC							
DISTANCIA VL-BBC	1 mm						
	3 mm						
	5 mm						

Tabla 2. Modelo de tabla para el análisis dimensional.

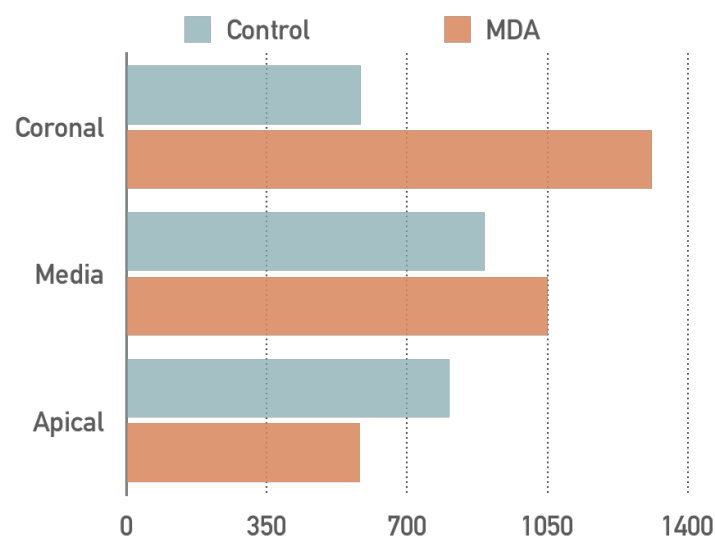




Fig. 13. Modelo de figura para el análisis densitométrico.

3.3. *Análisis estadístico.*


Tras registrar los valores obtenidos en la matriz de datos (software Excel Microsoft office 2015) se llevó a cabo el análisis estadístico de los resultados.

Se realizó una estadística descriptiva obteniendo los parámetros propiamente descriptivos: media, mediana, desviación estándar, y el rango mínimo y máximo de cada una de las variables estudiadas:

 Edad y género

 Análisis dimensional del alveolo:

- Distancia VL post-quirúrgica, 8 semanas, y 16 semanas.
- Distancia HL-BBC post-quirúrgica, 8 semanas, y 16 semanas.
- Distancia VL-BBC a 1 mm post-quirúrgica, 8 semanas, y 16 semanas.
- Distancia VL-BBC a 3 mm post-quirúrgica, 8 semanas, y 16 semanas.
- Distancia VL-BBC a 5 mm post-quirúrgica, 8 semanas, y 16 semanas.

 Análisis densitométrico:

- Área alveolar coronal post-quirúrgica, 8 semanas, y 16 semanas.
- Área alveolar media post-quirúrgica, 8 semanas, y 16 semanas.
- Área alveolar apical post-quirúrgica, 8 semanas, y 16 semanas.

4.- RESULTADOS

En la selección de la muestra, los individuos obtenidos fueron en total nueve.

Durante el desarrollo del estudio tuvieron que ser eliminados tres pacientes (casos 4, 5, y 7) que decidieron no esperar el tiempo necesario para su rehabilitación implantológica. De esta manera, la muestra total resultante fue de seis casos, tres mujeres y tres hombres (n=6).

MUESTRA	EDAD	GÉNERO	CONTROL	TEST
1	55	M	11	21
2	62	V	34	44
3	46	M	35	45
4		M	-	-
5		M	-	-
6	40	V	33	43
7	44	V	-	-
8	39	M	43	33
9		M	22	12

Tabla 3. Muestra del estudio.

4.1. Edad y género

La edad media de la muestra fue de 47,6 años con una desviación estándar (DE) de $\pm 9,04$, encontrándose el rango mínimo en 39 años y el máximo en 62 años. Y en cuanto al género, la mitad de la muestra fueron mujeres (3) y la mitad restante hombres (3).

		CONTROL	MDA	Total
EDAD	N	6	6	12
	Media	47,67	47,67	47,67
	Mediana	45,00	45,00	45,00
	Desviación estándar	9,048	9,048	8,627
	Mínimo	39	39	39
	Máximo	62	62	62

Tabla 4. Resultados de la variable Edad.

4.2. Análisis dimensional del alveolo.

Para la interpretación de los resultados obtenidos (Tabla 10 y 11) debe tenerse en cuenta que:

- ✚ Una disminución de **VL** se corresponde con una pérdida vertical (en altura) del alveolo. A mayor **HL-BBC**, mayor pérdida vertical (en altura) de cortical vestibular.
- ✚ Las mediciones de **VL-BBC a 1, 3 , y 5 mm** indican diferencias en anchura. Si es menor que al inicio, se corresponde con una pérdida de anchura del alveolo.
- ✚ Si algún valor es *negativo* implica que se ha colapsado el alveolo en anchura.

Para la valoración en **altura** del alveolo:

- **Distancia VL.**

El *grupo control* perdió 1,77 mm de media (VL post quirúrgico 10,49 y VL 16 semanas 8,72). Esto supuso una pérdida del 16,87 % de altura del alveolo (Ver tabla 11).

La mayor parte de esta pérdida (un 83%) se produjo en las primeras 8 semanas.

En cambio, el *grupo MDA* perdió 0,42 mm que supuso un 4,2 % de la altura inicial del alveolo. (Ver tabla 11).

		CONTROL	MDA	Total
VL POSTQX	N	6	6	12
	Media	10,49	9,50	9,99
	Mediana	11,30	9,50	10,10
	Desviación estándar	2,98	2,63	2,73
	Mínimo	6,31	6,00	6,00
	Máximo	13,80	13,50	13,80
VL 8 SEM	N	6	6	12
	Media	8,89	9,23	9,06
	Mediana	8,60	9,70	9,60
	Desviación estándar	2,33	2,25	2,19
	Mínimo	6,31	6,00	6,00
	Máximo	12,20	12,50	12,50
VL 16 SEM	N	6	6	12
	Media	8,72	9,08	8,90
	Mediana	9,10	9,30	9,10
	Desviación estándar	2,14	2,16	2,06
	Mínimo	6,31	6,00	6,00
	Máximo	12,00	12,00	12,00

Tabla 5. Resultados de la variable VL en *mm*.

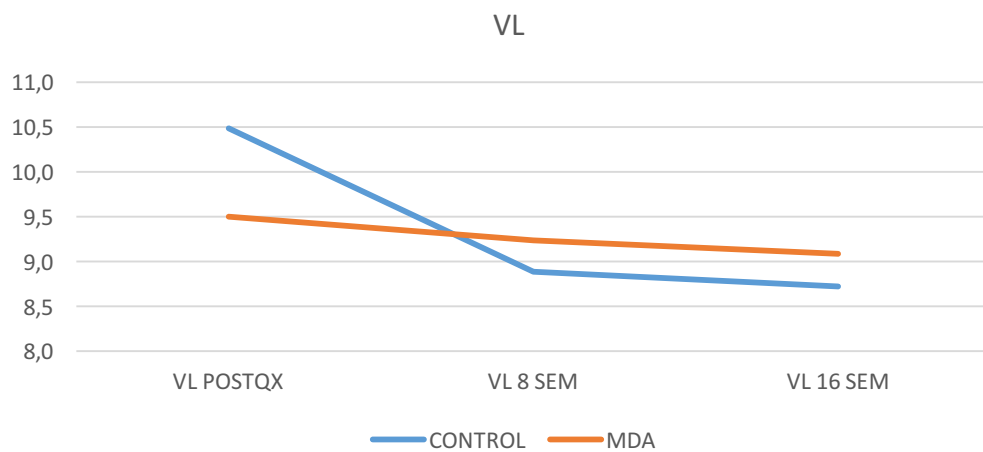


Fig. 14. Evolución de la variable VL en términos de pérdida vertical (en altura) del alveolo.

- **Distancia HL-BBC.**

Mientras que en el *grupo control* se observó un retroceso de la cortical vestibular de 2,22 mm, en el *grupo MDA* se produjo una reabsorción de 0,16 mm.

		CONTROL	MDA	Total
HL_BBC POSTQX	N	6	6	12
	Media	,11	,39	,25
	Mediana	-,30	,35	0,00
	Desviación estándar	1,37	,83	1,09
	Mínimo	-1,16	-,80	-1,16
	Máximo	2,40	1,60	2,40
HL_BBC 8 SEM	N	6	6	12
	Media	,40	,53	,47
	Mediana	1,20	,30	,70
	Desviación estándar	2,59	,64	1,80
	Mínimo	-4,2	0,0	-4,2
	Máximo	3,0	1,4	3,0
HL_BBC 16 SEM	N	6	6	12
	Media	2,33	0,23	1,28
	Mediana	2,30	0,30	0,70
	Desviación estándar	2,38	0,73	2,01
	Mínimo	-,40	-1,00	-1,00
	Máximo	6,00	1,00	6,00

Tabla 6. Resultados de la variable HL-BBC en mm.

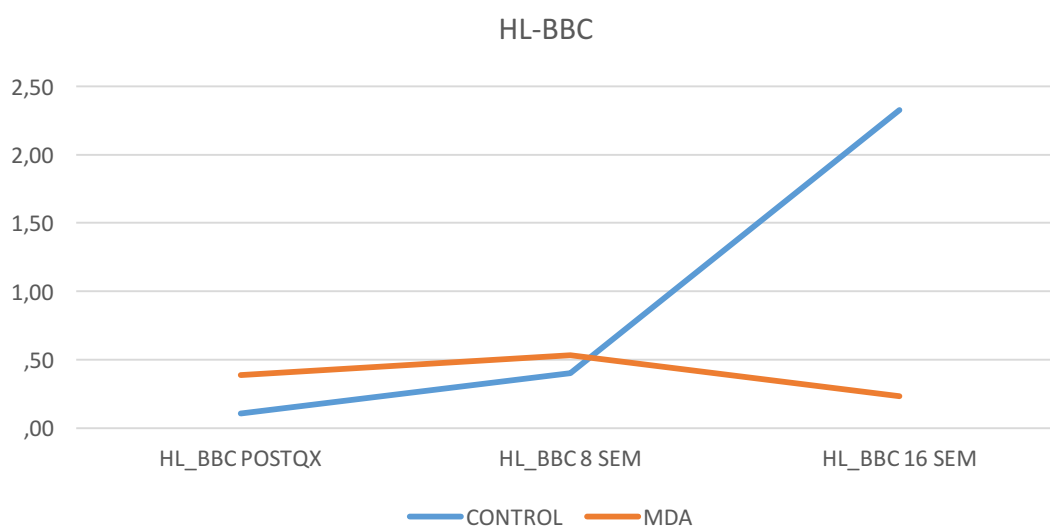


Fig. 15. Evolución de la variable HL-BBC en términos de reabsorción de la cortical vestibular en mm.

Para la valoración de la **anchura** del alveolo:

- **Distancia VL-BBC, a 1,3 y 5 mm:**

La pérdida de la anchura vestibular se presentó mayor en los alveolos control que en los alveolos MDA siendo especialmente importante a 1 y 3 mm.

En el *grupo control*, se observaron pérdidas de 1.91 mm a 1 mm, y 1.3 mm a 3 mm. A los 5 mm se registró una pérdida de 0,89 mm.

En el *grupo MDA*, a 1 mm se obtuvo 0,46 mm de pérdida, a 3 mm, 0,21 mm, y a 5 mm 0,01 mm.

		CONTROL	MDA	Total
VL_BBC 1 POSTQX	N	6	6	12
	Media	3,23	3,14	3,18
	Mediana	3,30	3,10	3,10
	Desviación estándar	0,60	0,61	0,58
	Mínimo	2,50	2,25	2,25
	Máximo	4,00	4,00	4,00
VL_BBC 1 8 SEM	N	6	6	12
	Media	2,12	2,97	2,54
	Mediana	2,36	3,00	2,60
	Desviación estándar	1,13	0,45	0,93
	Mínimo	0,00	2,20	0,00
	Máximo	3,40	3,40	3,40
VL_BBC 1 16 SEM	N	6	6	12
	Media	1,31	2,68	2,00
	Mediana	2,00	2,63	2,30
	Desviación estándar	1,63	0,48	1,35
	Mínimo	-1,32	2,00	-1,32
	Máximo	3,00	3,40	3,40

Tabla 7. Resultados de la variable HL-BBC a 1 mm en mm.

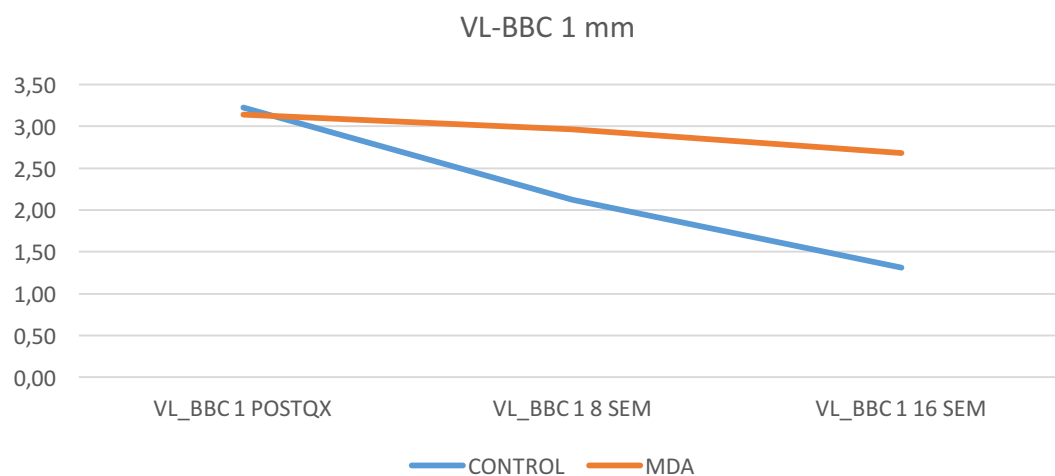


Fig. 16. Evolución de la variable VL-BBC en términos de la anchura del alveolo en mm.

		CONTROL	MDA	Total
VL_BBC 3 POSTQX	N	6	6	12
	Media	3,29	3,15	3,22
	Mediana	3,30	3,10	3,10
	Desviación estándar	0,71	0,49	0,59
	Mínimo	2,50	2,50	2,50
	Máximo	4,40	4,00	4,40
VL_BBC 3 8 SEM	N	6	6	12
	Media	2,35	3,07	2,71
	Mediana	2,50	3,20	2,80
	Desviación estándar	1,30	0,41	1,00
	Mínimo	0,00	2,40	0,00
	Máximo	4,00	3,40	4,00
VL_BBC 3 16 SEM	N	6	6	12
	Media	1,99	2,94	2,47
	Mediana	2,10	2,93	2,60
	Desviación estándar	1,27	0,54	1,06
	Mínimo	0,00	2,20	0,00
	Máximo	3,80	3,60	3,80

Tabla 8. Resultados de la variable HL-BBC a 3 mm en *mm*.

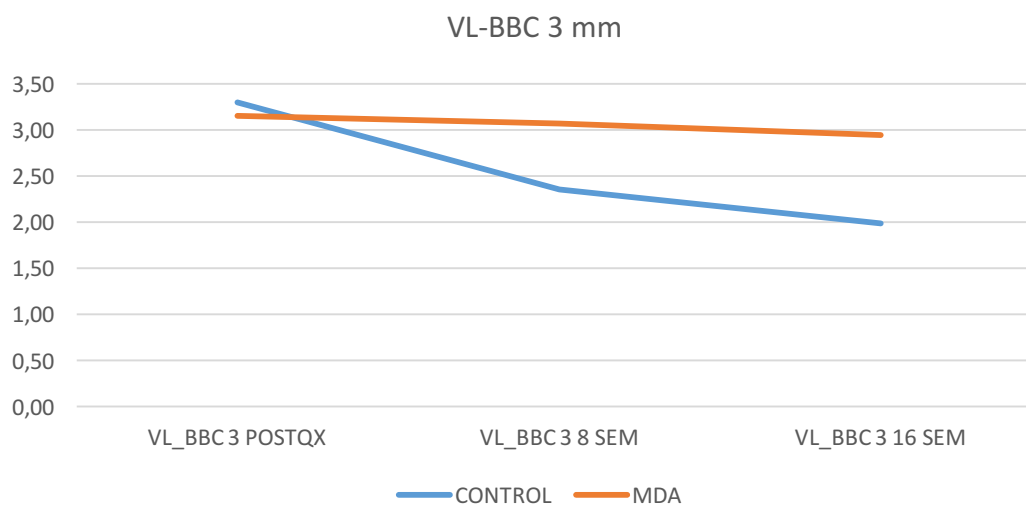


Fig. 17. Evolución de la variable VL-BBC en términos de la anchura del alveolo en *mm*.

		CONTROL	MDA	Total
VL_BBC 5 POSTQX	N	6	6	12
	Media	3,23	3,22	3,22
	Mediana	2,90	3,00	3,00
	Desviación estándar	0,86	0,63	0,72
	Mínimo	2,50	2,50	2,50
	Máximo	4,80	4,00	4,80
VL_BBC 5 8 SEM	N	6	6	12
	Media	3,02	3,20	3,11
	Mediana	2,70	3,20	2,90
	Desviación estándar	0,93	0,51	0,72
	Mínimo	2,32	2,60	2,32
	Máximo	4,80	4,00	4,80
VL_BBC 5 16 SEM	N	6	6	12
	Media	2,34	3,23	2,79
	Mediana	2,41	3,10	2,80
	Desviación estándar	1,42	0,65	1,15
	Mínimo	0,00	2,40	0,00
	Máximo	4,40	4,00	4,40

Tabla 9. Resultados de la variable HL-BBC a 5 mm en *mm*.

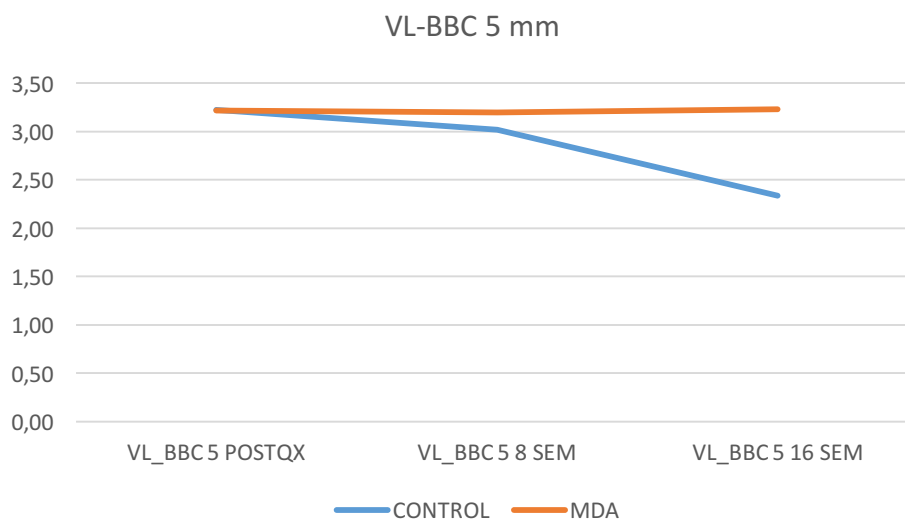


Fig. 18. Evolución de la variable VL-BBC en términos de la anchura del alveolo en *mm*.

Estudio dimensional CBCT (<i>medias</i>)		POST-QUIRÚRGICO		8 SEMANAS		16 SEMANAS	
		CONTROL	MDA	CONTROL	MDA	CONTROL	MDA
DISTANCIA VL		10,49	9,50	8,89	9,23	8,72	9,08
DISTANCIA HL-BBC		0,11	0,39	0,40	0,53	2,33	0,23
DISTANCIA VL-BBC	1 mm	3,23	3,14	2,12	2,97	1,31	2,68
	3 mm	3,29	3,15	2,35	3,07	1,99	2,94
	5 mm	3,23	3,22	3,02	3,20	2,34	3,23

Tabla 10. Medias de los resultados del análisis dimensional de los alveolos control y test (MDA) en el momento post-quirúrgico, a las 8 semanas, y a las 16 semanas.

Valoración global estudio dimensional CBCT a las 16 semanas.		mm		%	
		CONTROL	MDA	CONTROL	MDA
DISTANCIA VL		-1,77	-0,42	-16,87	-4,2
DISTANCIA HL-BBC		-2,22	-0,16	-241	-15
DISTANCIA VL-BBC	1 mm	-1,91	-0,46	-59,4	-14,9
	3 mm	-1,3	-0,21	-39,5	-6,66
	5 mm	-0,89	-0,01	-10,2	-0,3

Tabla 11. Valoración global del estudio dimensional CBCT a las 16 semanas. El signo negativo (-) se traduce en pérdida de altura o anchura.

- **Caso 1**

<i>Muestra nº 1</i>		POST-QUIRÚRGICO		8 SEMANAS		16 SEMANAS	
		Control	MDA	Control	MDA	Control	MDA
DISTANCIA VL		6,31	6	6,31	6	6,31	6
DISTANCIA HL-BBC		0	0,83	2	0	3,76	0
DISTANCIA VL-BBC	1 mm	2,66	3	2,32	3	-1,32	2,66
	3 mm	2,66	3	2,32	3	1,32	2,66
	5 mm	2,66	3	2,32	3	2,32	3

Tabla 12. Mediciones del análisis dimensional.

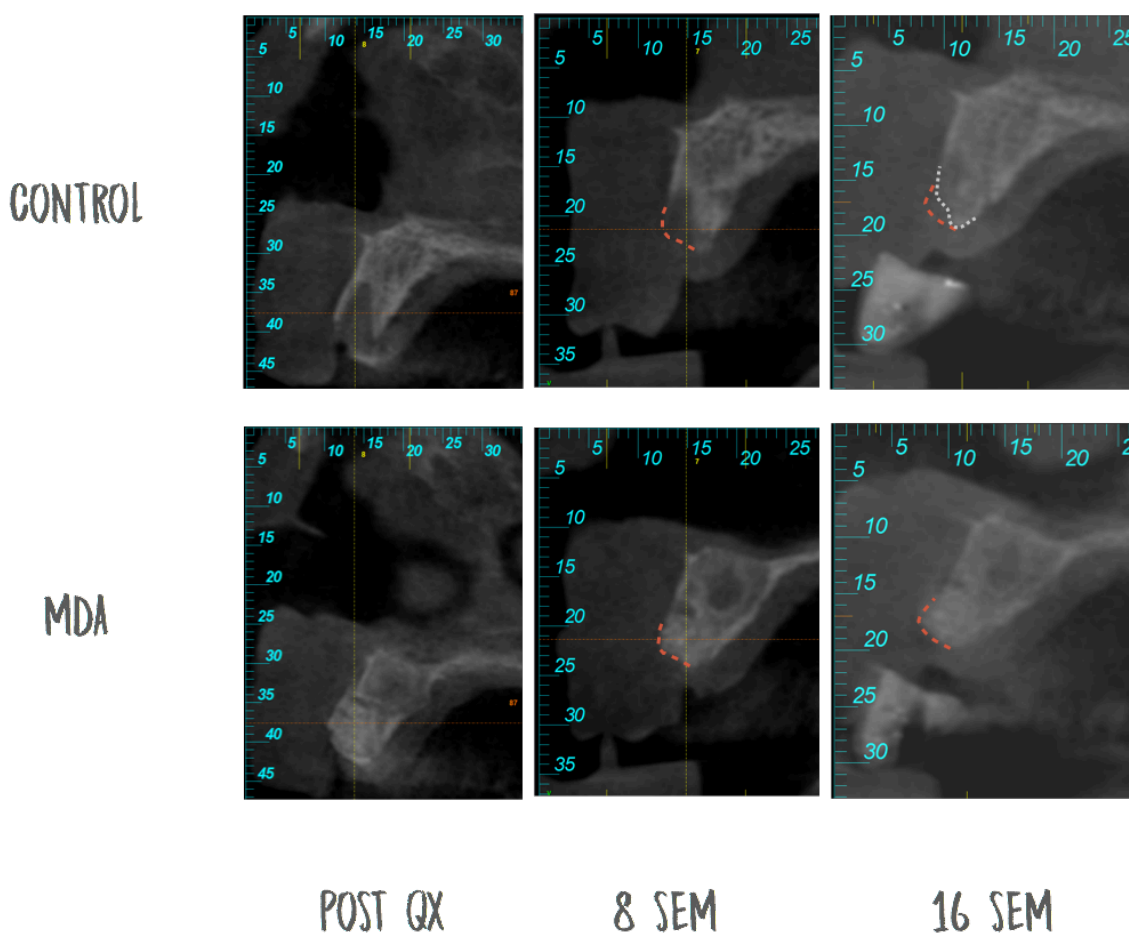


Fig 19. Cortes de CBCT de los alveolos control y MDA.

- **Caso 2**

<i>Muestra nº 2</i>		POST-QUIRÚRGICO		8 SEMANAS		16 SEMANAS	
		Control	MDA	Control	MDA	Control	MDA
DISTANCIA VL		7,50	7,50	7	7,50	6,4	7,50
DISTANCIA HL-BBC		-1	0	0,8	0,6	-0,4	0,6
DISTANCIA VL-BBC	1 mm	4	2,8	3,4	3,4	3	3,4
	3 mm	4,4	3	4	3,4	3,8	3,4
	5 mm	4,8	4	4,8	4	4,4	4

Tabla 13. Mediciones del análisis dimensional.

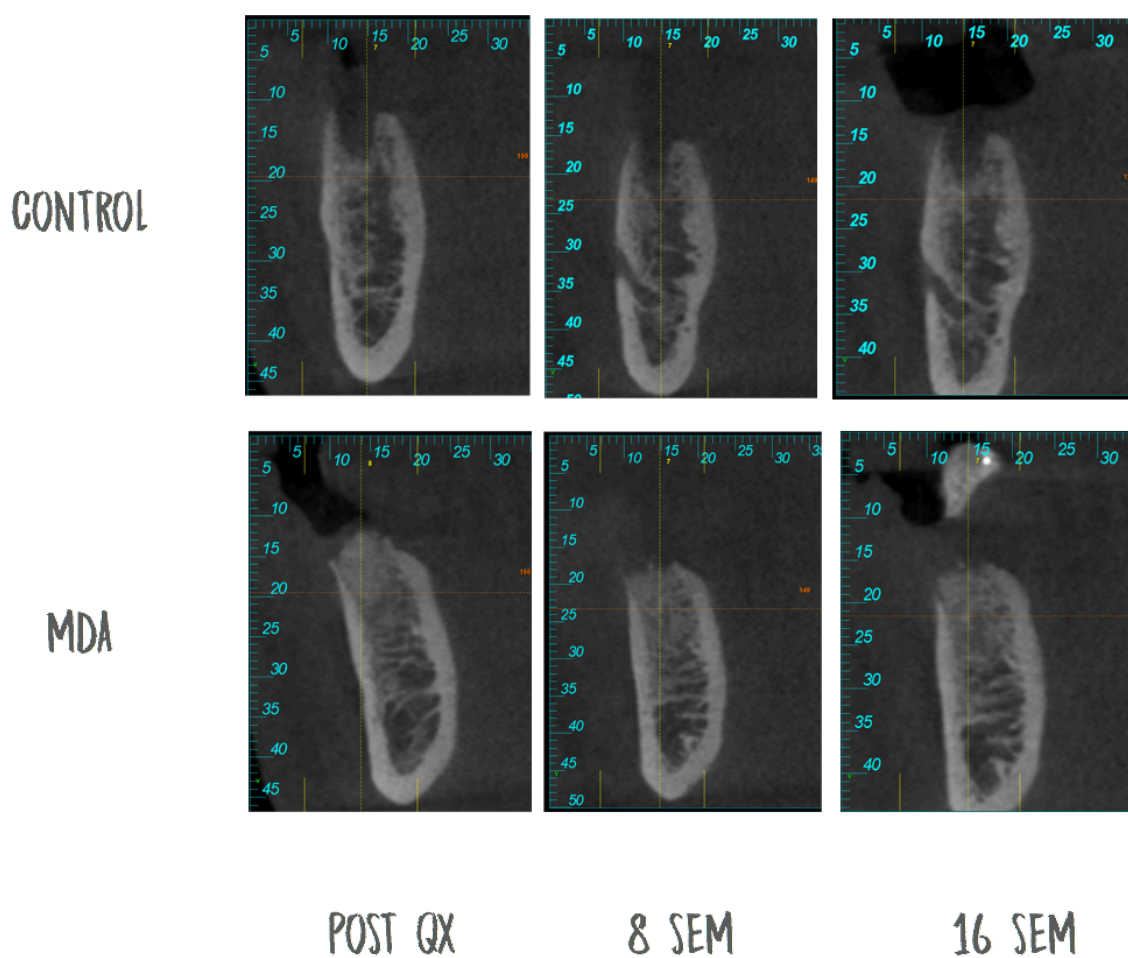


Fig 20. Cortes de CBCT de los alveolos control y MDA.

- **Caso 3**

<i>Muestra nº 3</i>		POST-QUIRÚRGICO		8 SEMANAS		16 SEMANAS	
		Control	MDA	Control	MDA	Control	MDA
DISTANCIA VL		12	9,6	7,4	9,4	8,8	8,6
DISTANCIA HL-BBC		-1,16	0	-4,2	0	6	-1
DISTANCIA VL-BBC	1 mm	3	4	0	3,4	0	2,6
	3 mm	3	4	0	3,4	0	3,6
	5 mm	2,8	4	2,6	3,4	0	4

Tabla 14. Mediciones del análisis dimensional.

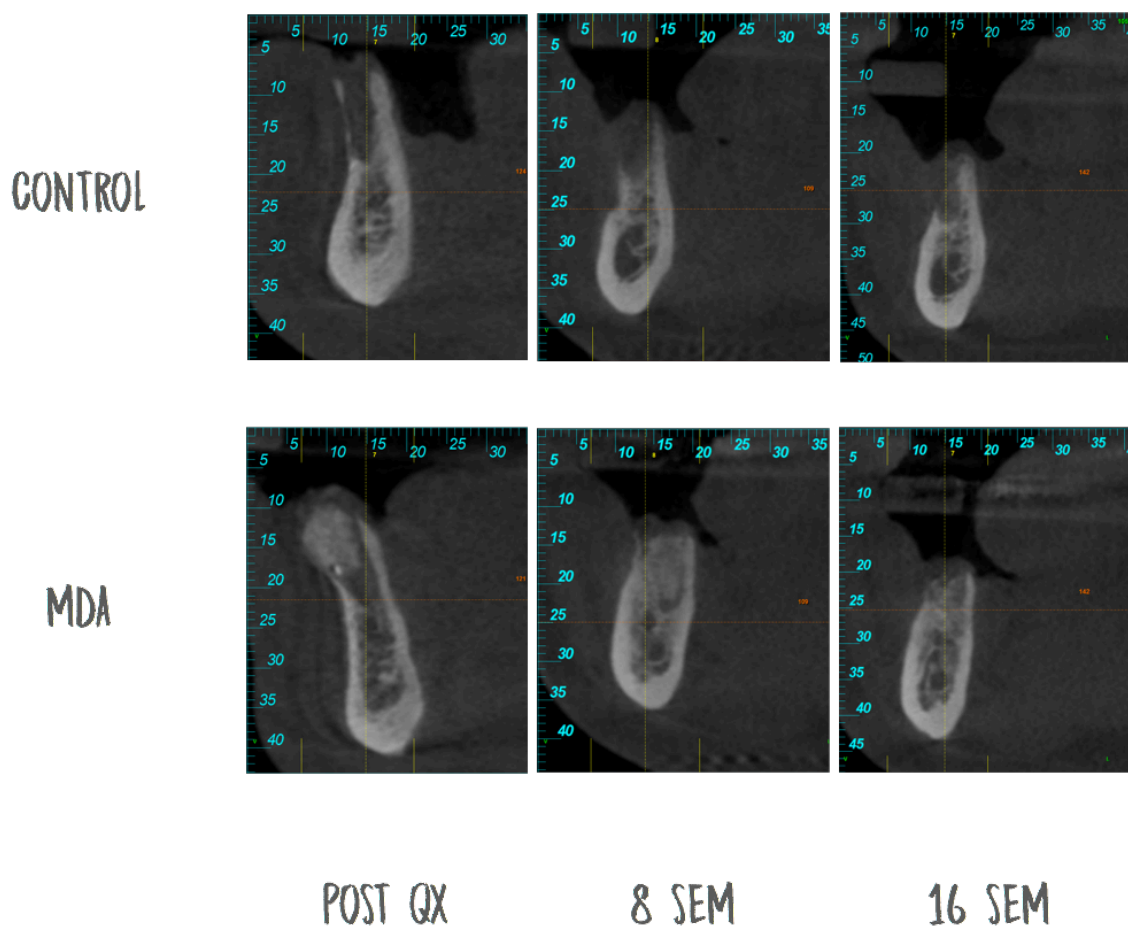


Fig 21. Cortes de CBCT de los alveolos control y MDA.

- **Caso 4**

<i>Muestra nº 6</i>		POST-QUIRÚRGICO		8 SEMANAS		16 SEMANAS	
		Control	MDA	Control	MDA	Control	MDA
DISTANCIA VL		10,6	11	10,6	10	9,4	10,4
DISTANCIA HL-BBC		-0,6	-0,8	-0,8	0	0	0
DISTANCIA VL-BBC	1 mm	3,6	3,2	2,4	2,8	2	3
	3 mm	3,6	3,2	2,4	2,8	2	3,2
	5 mm	3,6	3	2,2	2,8	2	3,2

Tabla 15. Mediciones del análisis dimensional.

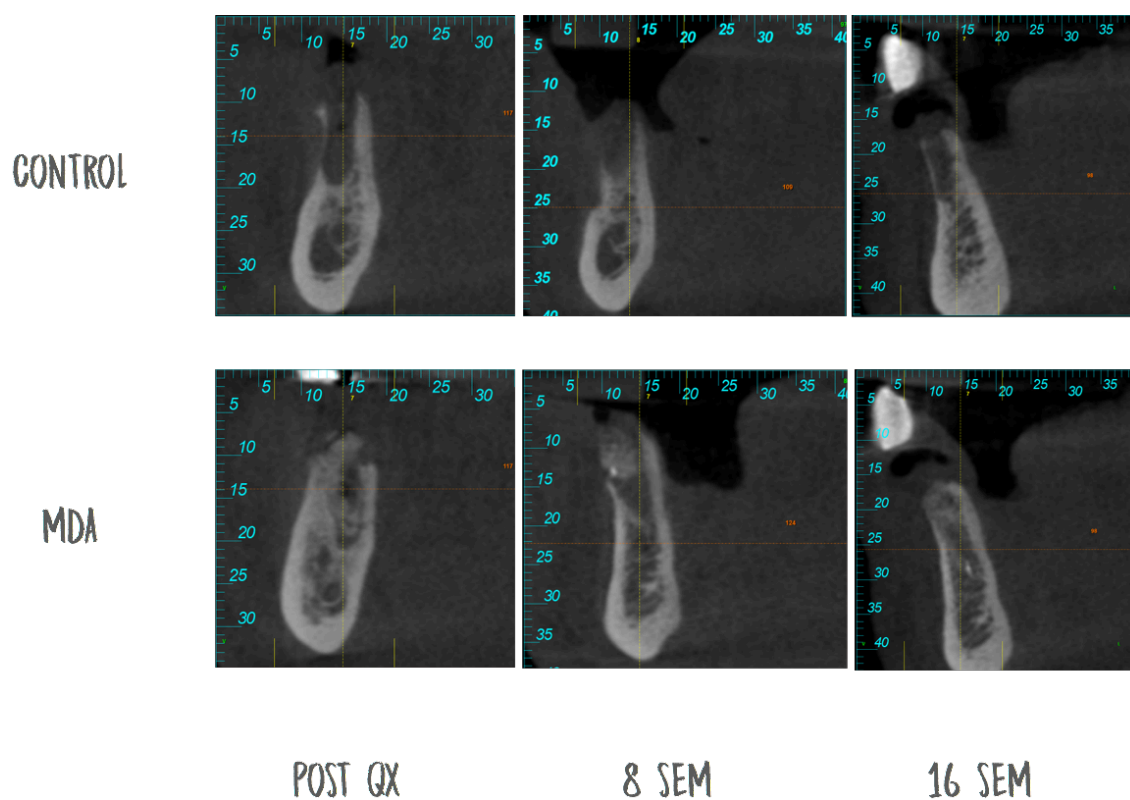


Fig 22. Cortes de CBCT de los alveolos control y MDA.

- **Caso 5**

<i>Muestra nº 8</i>		POST-QUIRÚRGICO		8 SEMANAS		16 SEMANAS	
		Control	MDA	Control	MDA	Control	MDA
DISTANCIA VL		13,8	9,4	9,8	10	9,4	10
DISTANCIA HL-BBC		2,4	1,6	1,6	1,2	2,2	1,0
DISTANCIA VL-BBC	1 mm	3,6	3,6	2,2	3	2,2	2,4
	3 mm	3,6	3,2	2,6	3,4	2,6	2,6
	5 mm	3	2,8	2,8	3,4	2,8	2,8

Tabla 16. Mediciones del análisis dimensional.

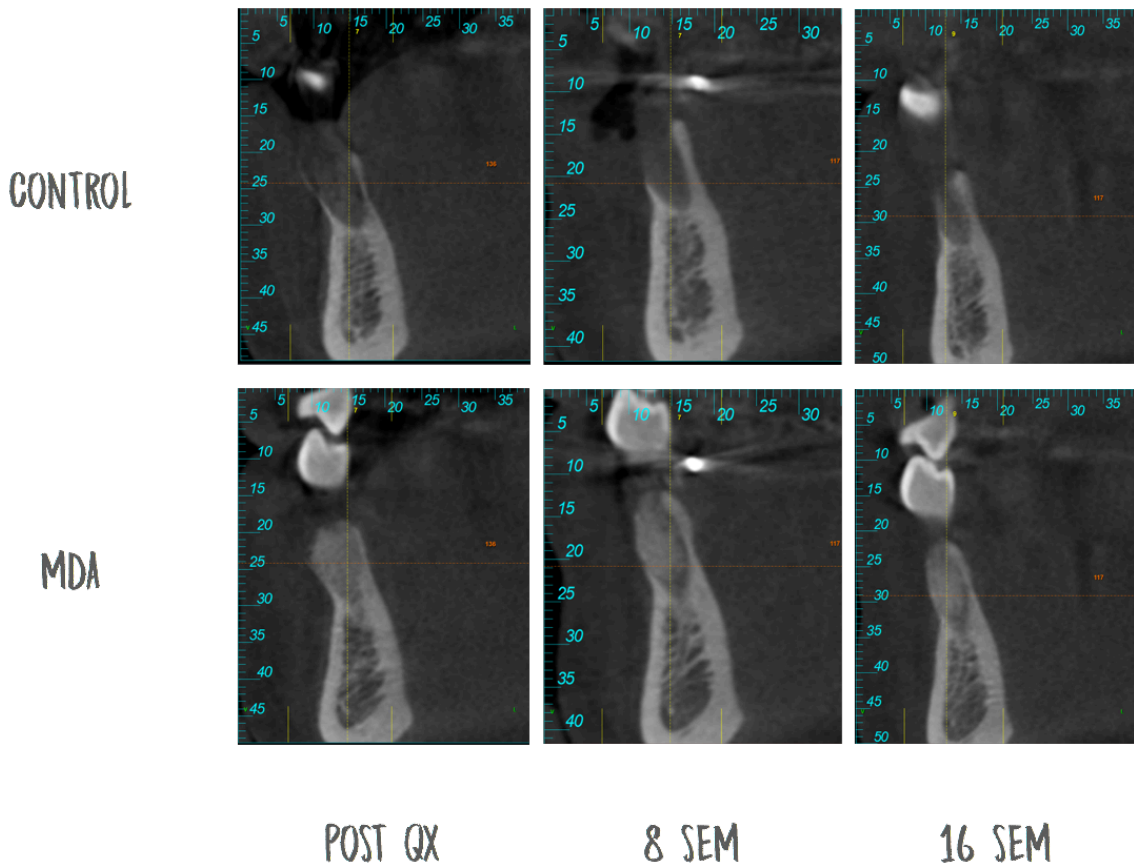


Fig 23. Cortes de CBCT de los alveolos control y MDA.

- **Caso 6**

<i>Muestra nº 9</i>		POST-QUIRÚRGICO		8 SEMANAS		16 SEMANAS	
		Control	MDA	Control	MDA	Control	MDA
DISTANCIA VL		12,7	13,5	12,2	12,5	12	12
DISTANCIA HL-BBC		1	0,7	3	1,4	2,4	0,8
DISTANCIA VL-BBC	1 mm	2,5	2,25	2,4	2,2	2	2
	3 mm	2,5	2,5	2,8	2,4	2,2	2,2
	5 mm	2,5	2,5	3,2	2,6	2,5	2,4

Tabla 17. Mediciones del análisis dimensional.

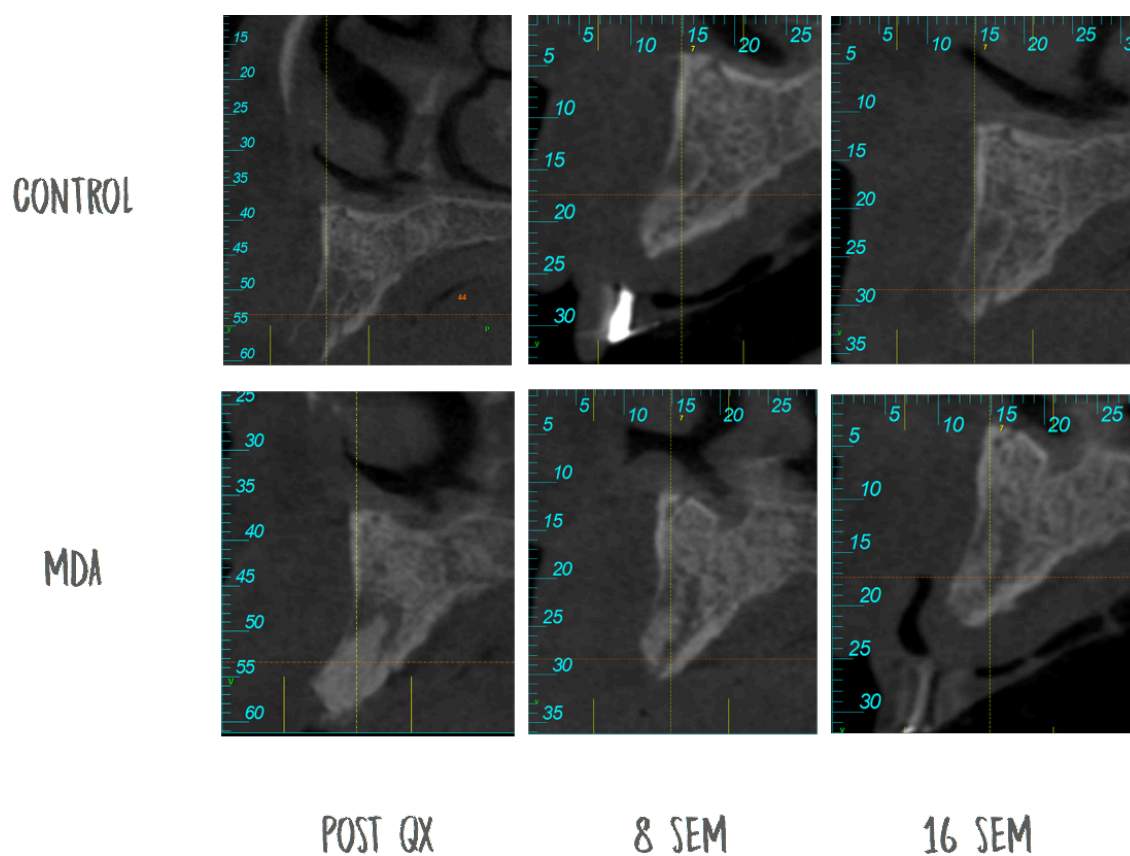


Fig 24. Cortes de CBCT de los alveolos control y MDA.

4.3. Análisis densitométrico del alveolo.

- **Área alveolar coronal.**

En el **momento post-quirúrgico**, en el *grupo control*, la densidad obtenida fue de 281,76 UH con una DE de $\pm 153,68$, y en el *grupo MDA* de 1000,92 UH con una DE de $\pm 347,93$.

A las **8 semanas**, en el *grupo control*, la densidad obtenida fue de 359,63 UH con una DE de $\pm 181,44$, y en el *grupo MDA* de 932,31 UH con una DE de $\pm 156,12$.

A las **16 semanas**, en el *grupo control*, la densidad obtenida fue de 564,35 UH con una DE de $\pm 288,73$, y en el *grupo MDA* de 922,68 UH con una DE de $\pm 250,82$.

		CONTROL	MDA	Total
A_CORONAL PQX	N	6	6	12
	Media	281,76	1000,92	641,34
	Mediana	225,00	1086,11	580,55
	Desviación estándar	153,68	347,93	454,77
	Mínimo	177,77	577,77	177,77
	Máximo	585,00	1383,33	1383,33
A_CORONAL 8 SEM	N	6	6	12
	Media	359,63	932,31	645,97
	Mediana	377,77	869,44	665,00
	Desviación estándar	181,44	156,12	339,84
	Mínimo	88,88	750,00	88,88
	Máximo	580,00	1144,44	1144,44
A_CORONAL 16 SEM	N	6	6	12
	Media	564,35	922,68	743,51
	Mediana	581,94	875,00	766,67
	Desviación estándar	288,73	250,82	318,60
	Mínimo	116,66	638,88	116,66
	Máximo	855,55	1322,22	1322,22

Tabla 18. Resultados de la variable Área alveolar coronal en UH.

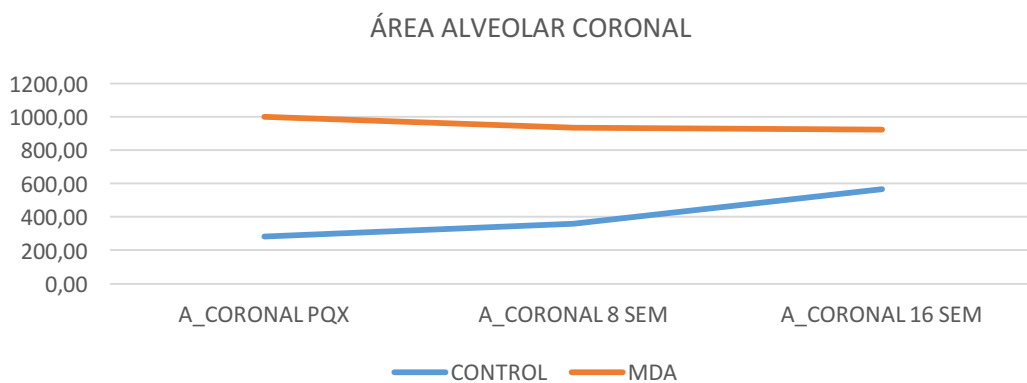


Fig. 25. Evolución de la variable Área alveolar coronal en UH.

- **Área alveolar media.**

En el **momento post-quirúrgico**, en el *grupo control*, la densidad obtenida fue de 553,57 UH con una DE de $\pm 215,73$; y en el *grupo MDA* de 1047,22 UH con una DE de $\pm 166,17$.

A las **8 semanas**, en el *grupo control*, la densidad obtenida fue de 659,25 UH con una DE de $\pm 184,05$; y en el *grupo MDA* de 946,29 UH con una DE de $\pm 185,95$.

A las **16 semanas**, en el *grupo control*, la densidad obtenida fue de 708,33 UH con una DE de $\pm 148,35$; y en el *grupo MDA* de 840,74 UH con una DE de $\pm 392,35$.

		CONTROL	MDA	Total
A_MEDIA PQX	N	6	6	12
	Media	553,57	1047,22	800,39
	Mediana	474,61	1038,89	852,78
	Desviación estándar	215,73	166,17	316,49
	Mínimo	338,88	811,11	338,88
	Máximo	894,44	1277,77	1277,77
A_MEDIA 8 SEM	N	6	6	12
	Media	659,25	946,29	802,77
	Mediana	658,33	861,11	813,89
	Desviación estándar	184,05	185,95	231,48
	Mínimo	433,33	811,11	433,33
	Máximo	922,22	1283,33	1283,33
A_MEDIA 16 SEM	N	6	6	12
	Media	708,33	840,74	774,53
	Mediana	736,11	827,77	752,77
	Desviación estándar	148,35	392,35	291,13
	Mínimo	450,00	416,66	416,66
	Máximo	883,33	1411,11	1411,11

Tabla 19. Resultados de la variable Área alveolar media en UH.

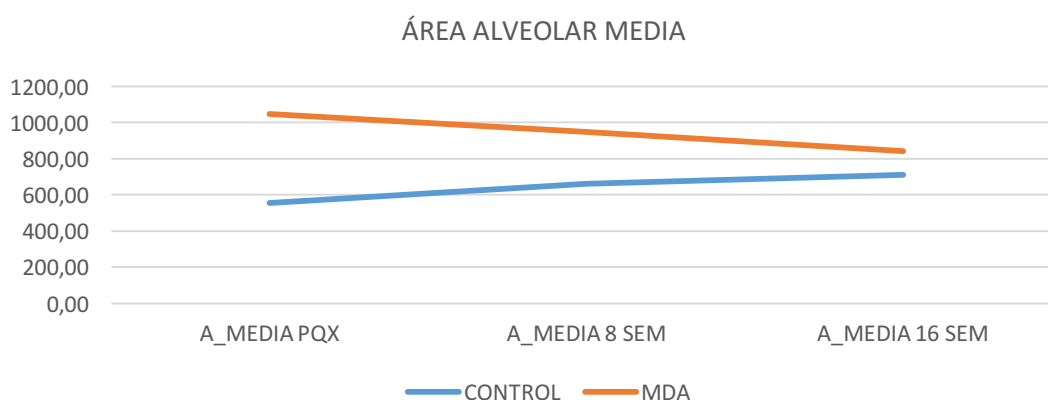


Fig 26. Evolución de la variable Área alveolar media en UH.

- **Área alveolar apical.**

En el **momento post-quirúrgico**, en el *grupo control*, la densidad obtenida fue de 796,76 UH con una DE de $\pm 325,62$ y en el *grupo MDA* de 994,17 UH con una DE de $\pm 269,54$.

A las **8 semanas**, en el *grupo control*, la densidad obtenida fue de 848,33 UH con una DE de $\pm 318,88$, y en el *grupo MDA* de 792,41 UH con una DE de $\pm 199,90$.

A las **16 semanas**, en el *grupo control*, la densidad obtenida fue de 876,30 UH con una DE de $\pm 256,87$, y en el *grupo MDA* de 817,22 UH con una DE de $\pm 260,79$.

		CONTROL	MDA	Total
A_APICAL PQX	N	6	6	12
	Media	796,76	994,17	895,46
	Mediana	832,78	1062,50	955,00
	Desviación estándar	325,62	269,54	303,06
	Mínimo	355,00	660,00	355,00
	Máximo	1165,00	1310,00	1310,00
A_APICAL 8 SEM	N	6	6	12
	Media	848,33	792,41	820,37
	Mediana	830,00	705,00	730,00
	Desviación estándar	318,88	199,90	255,42
	Mínimo	510,00	640,00	510,00
	Máximo	1365,00	1145,00	1365,00
A_APICAL 16 SEM	N	6	6	12
	Media	876,30	817,22	846,76
	Mediana	811,39	716,67	788,89
	Desviación estándar	256,87	260,79	248,71
	Mínimo	590,00	600,00	590,00
	Máximo	1270,00	1240,00	1270,00

Tabla 20. Resultados de la variable Área alveolar apical en UH.

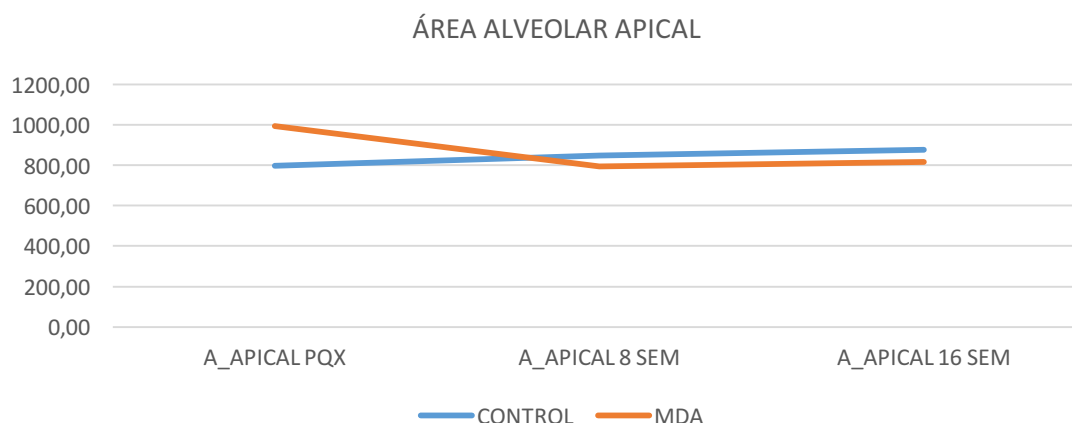


Fig 27. Evolución de la variable Área alveolar apical en UH.

En el momento **post-quirúrgico**:

En el *grupo control*, la densidad aumentó hacia apical del alveolo. En el *grupo MDA*, ocurrió todo lo contrario, descendiendo hacia apical porque la mayoría del sustituto óseo dentinario estaba impactado en las zonas coronal y media (Fig.18).

En las **8 y 16 semanas**:

En el *grupo control*, la densidad tanto a nivel coronal, medio y apical fue incrementándose (mayor neoformación ósea). En el *grupo MDA*, se mantuvo estable homogeneizándose entre las 3 áreas e igualándose con el grupo control a las 16 semanas excepto en el área coronal que se mantuvo con valores por encima (Fig.18).

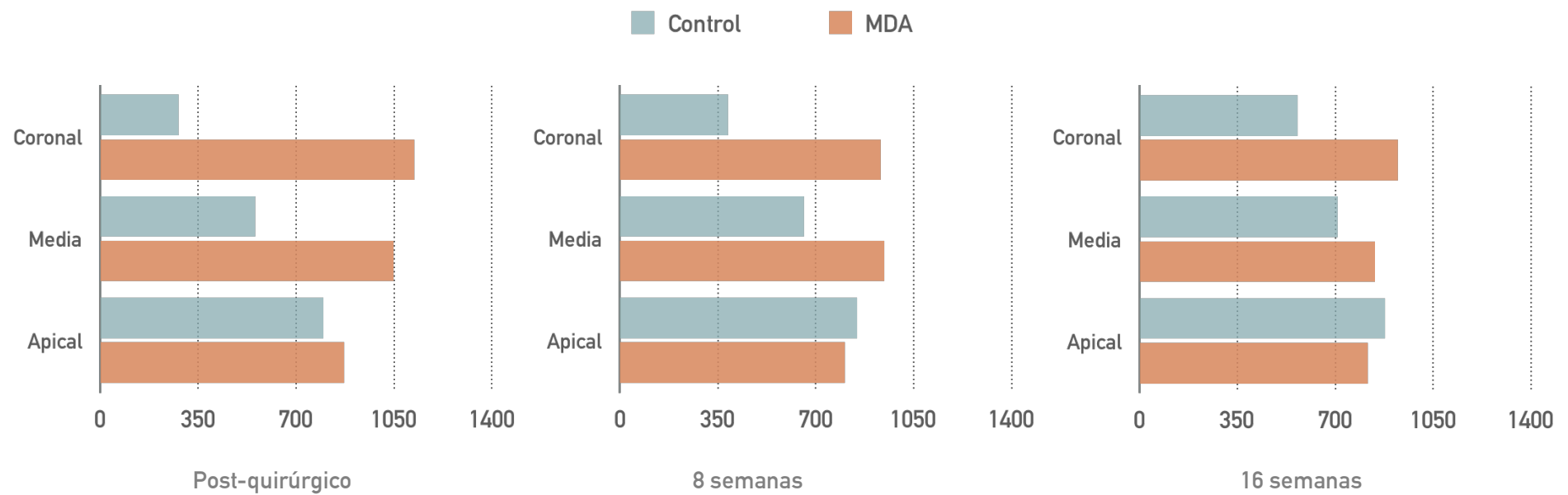


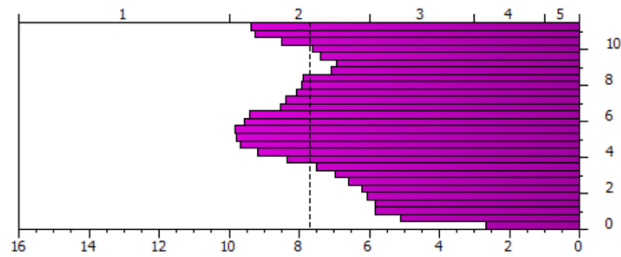
Fig. 18. Valores medios en unidades Hounsfield (HU) en los alveolos control y MDA en el momento post-quirúrgico, a las 8 semanas, y a las 16 semanas.

Densidad ósea en HU	Post-quirúrgico			8 semanas			16 semanas		
	Coronal	Media	Apical	Coronal	Media	Apical	Coronal	Media	Apical
Control	281,76	553,57	796,76	359,63	659,25	848,33	564,35	708,33	876,30
MDA	1000,92	1047,22	994,17	932,31	946,29	792,41	922,68	840,74	817,22

Tabla 12. Valores de densidad ósea en unidades Hounsfield (HU) en el momento post-quirúrgico, 8 semanas, y 16 semanas.

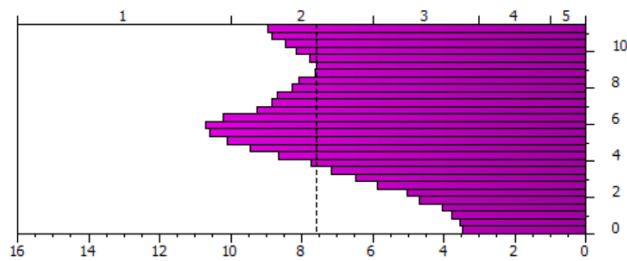
- **Caso 1** (11-21)

CONTROL



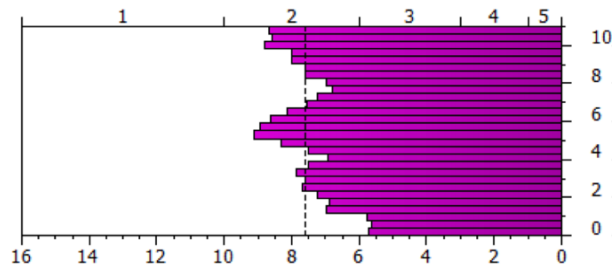
- Área apical: 805,55 HU
- Área media: 894,44 HU
- Área coronal: 585 HU

Post-quirúrgico



- Área apical: 750 HU
- Área media: 922,22 HU
- Área coronal: 580 HU

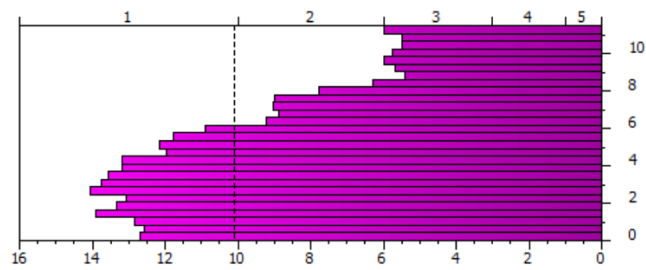
8 semanas



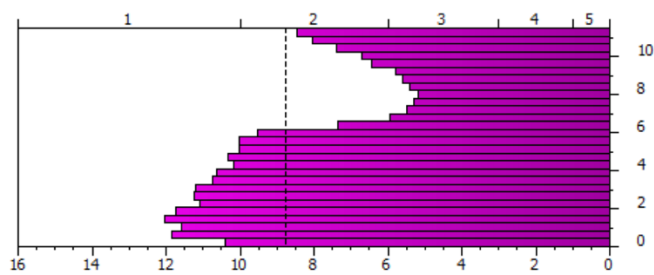
- Área apical: 777,77 HU
- Área media: 788,88 HU
- Área coronal: 675 HU

16 semanas

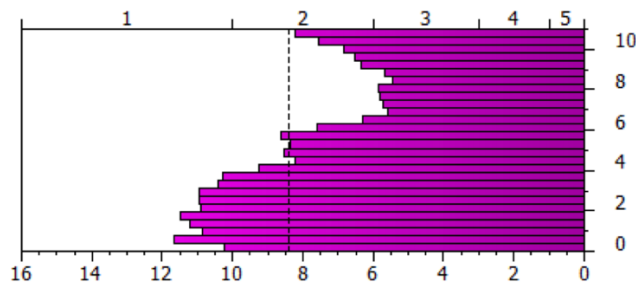
MDA



- Área apical: 583,33 HU
- Área media: 1050 HU
- Área coronal: 1310 HU



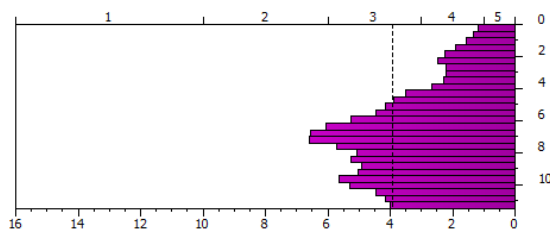
- Área apical: 644,44 HU
- Área media: 811,11 HU
- Área coronal: 1105 HU



- Área apical: 633,33 HU
- Área media: 738,88 HU
- Área coronal: 1075 HU

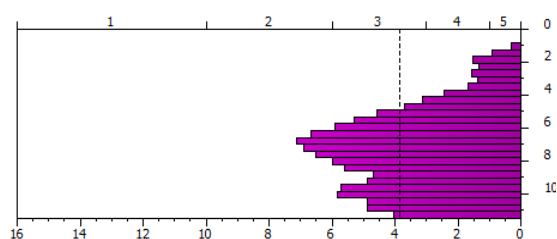
- **Caso 2 (34-44)**

CONTROL



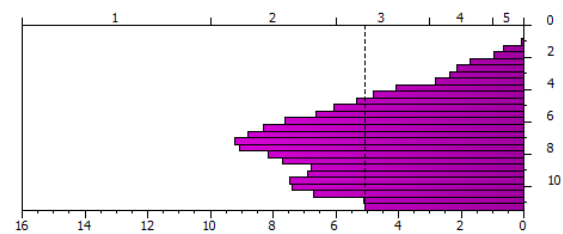
Post-quirúrgico

- Área coronal: 177,77 HU
- Área media: 472,22 HU
- Área apical: 485 HU



8 semanas

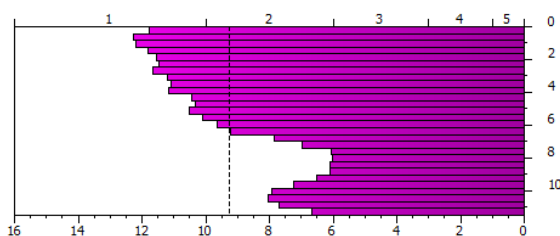
- Área coronal: 88,88 HU
- Área media: 488,88 HU
- Área apical: 510 HU



16 semanas

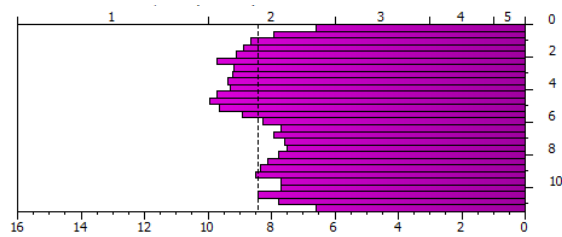
- Área coronal: 116,66 HU
- Área media: 655,55 HU
- Área apical: 685 HU

MDA



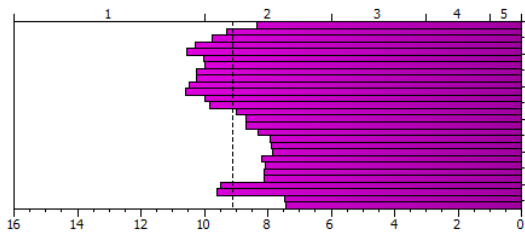
Post-quirúrgico

- Área coronal: 1150 HU
- Área media: 938,88 HU
- Área apical: 675 HU



8 semanas

- Área coronal: 855,55 HU
- Área media: 855,55 HU
- Área apical: 700 HU

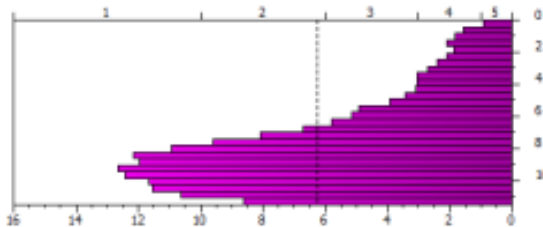


16 semanas

- Área coronal: 966,66 HU
- Área media: 916,66 HU
- Área apical: 800 HU

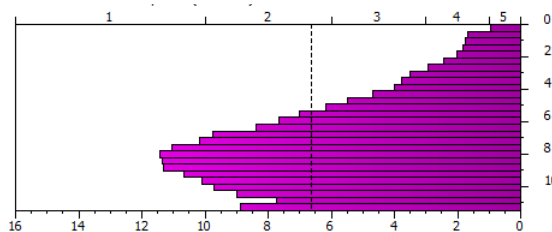
- **Caso 3 (35-45)**

CONTROL



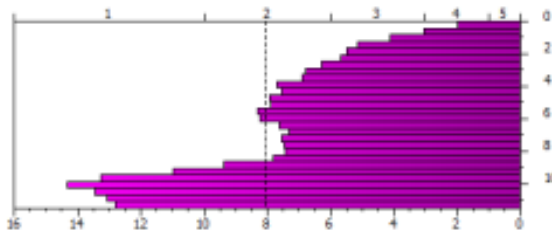
Post-quirúrgico

- Área coronal: 194,44 HU
- Área media: 477 HU
- Área apical: 1110 HU



8 semanas

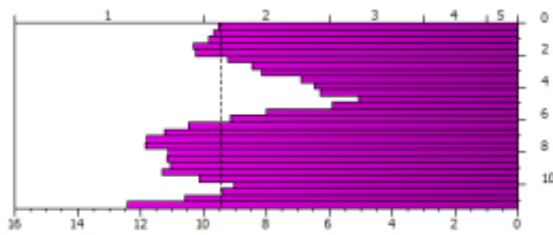
- Área coronal: 222,22 HU
- Área media: 688,88 HU
- Área apical: 1005 HU



16 semanas

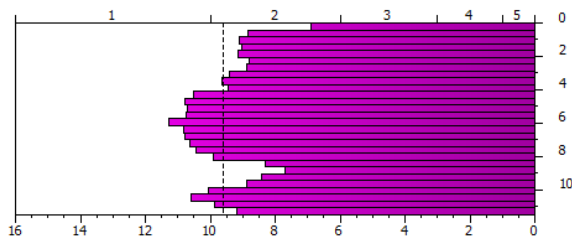
- Área coronal: 488,88 HU
- Área media: 766,66 HU
- Área apical: 1090 HU

MDA



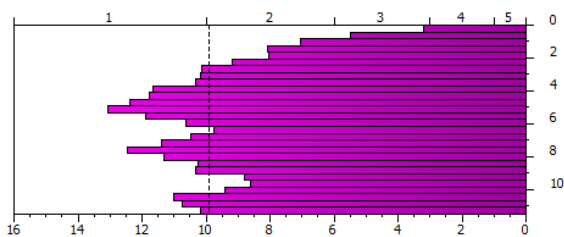
Post-quirúrgico

- Área coronal: 577,77 HU
- Área media: 811,11 HU
- Área apical: 1075 HU



8 semanas

- Área coronal: 872,22 HU
- Área media: 1044,44 HU
- Área apical: 915 HU

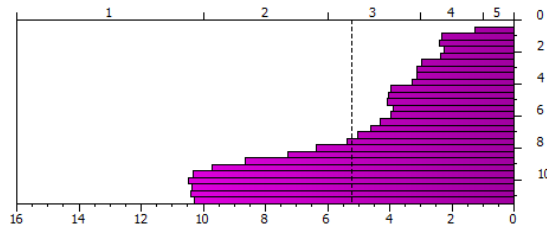


16 semanas

- Área coronal: 783,33 HU
- Área media: 1127,77 HU
- Área apical: 1015 HU

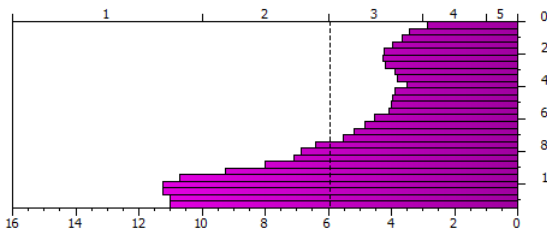
- **Caso 4 (33-43)**

CONTROL



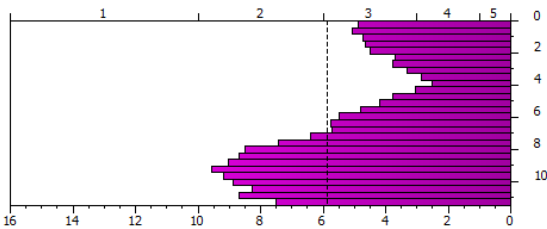
- Área coronal: 200 HU
- Área media: 400 HU
- Área apical: 860 HU

Post-quirúrgico



- Área coronal: 366,66 HU
- Área media: 433,33 HU
- Área apical: 910 HU

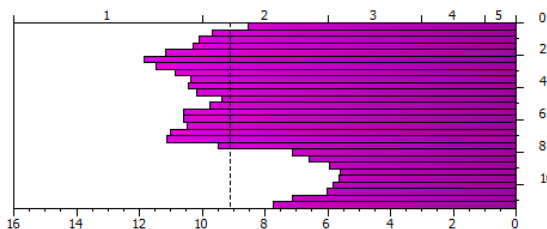
8 semanas



- Área coronal: 394,44 HU
- Área media: 450 HU
- Área apical: 845 HU

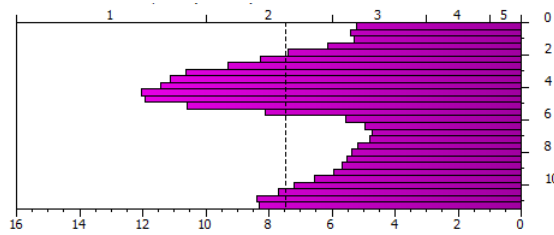
16 semanas

MDA



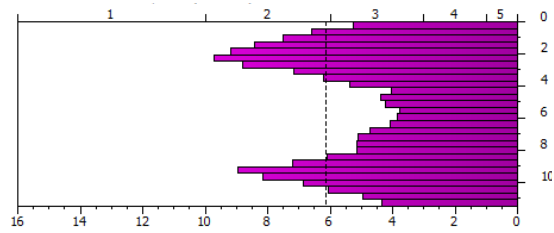
- Área coronal: 1022,22 HU
- Área media: 1027,77 HU
- Área apical: 660 HU

Post-quirúrgico



8 semanas

- Área coronal: 750 HU
- Área media: 816,66 HU
- Área apical: 640 HU

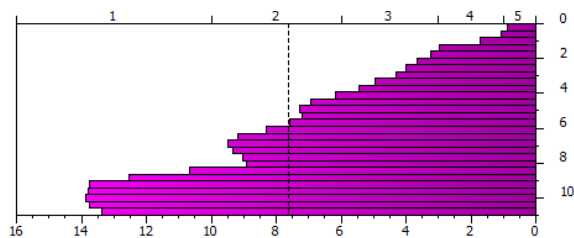


16 semanas

- Área coronal: 750 HU
- Área media: 416,66 HU
- Área apical: 615 HU

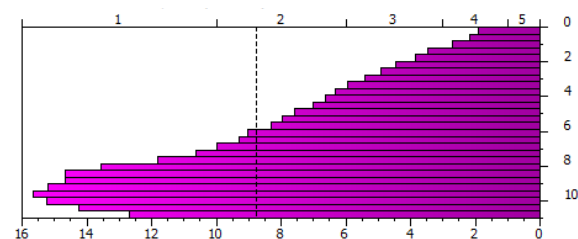
- **Caso 5 (43-33)**

CONTROL



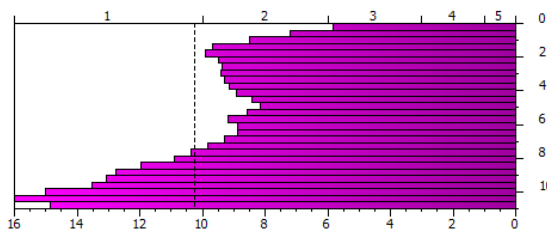
Post-quirúrgico

- Área coronal: 283,33 HU
- Área media: 783,88 HU
- Área apical: 1165 HU



8 semanas

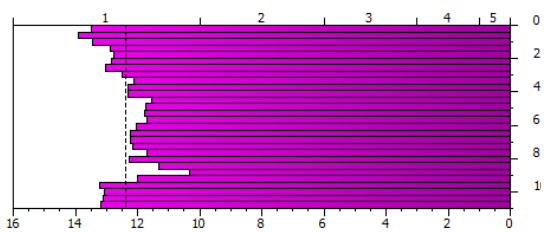
- Área coronal: 388,88 HU
- Área media: 794,44 HU
- Área apical: 1365 HU



16 semanas

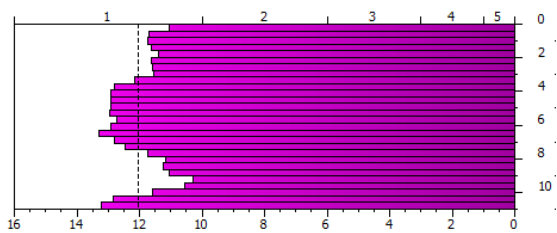
- Área coronal: 855,55 HU
- Área media: 883,33 HU
- Área apical: 1270 HU

MDA



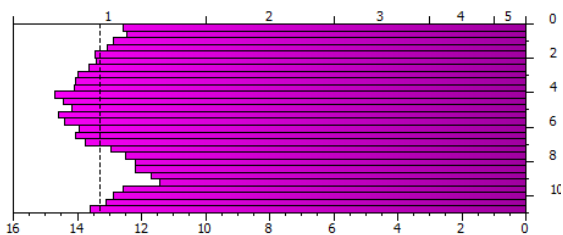
Post-quirúrgico

- Área coronal: 1288,88 HU
- Área media: 1177,77 HU
- Área apical: 1195 HU



8 semanas

- Área coronal: 1144,44 HU
- Área media: 1283,33 HU
- Área apical: 1145 HU

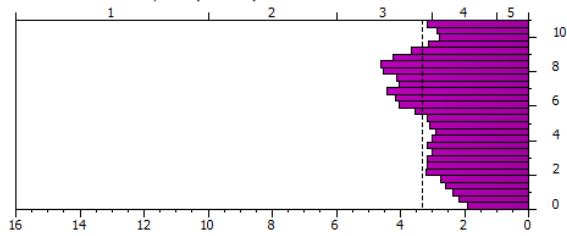


16 semanas

- Área coronal: 1322,22 HU
- Área media: 1411,11 HU
- Área apical: 1240 HU

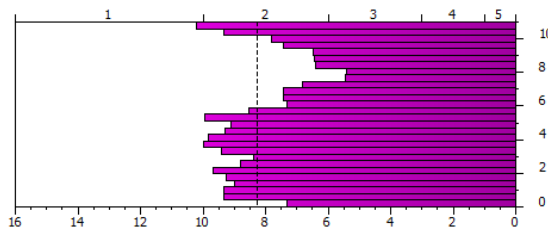
- **Caso 6 (22-12)**

CONTROL



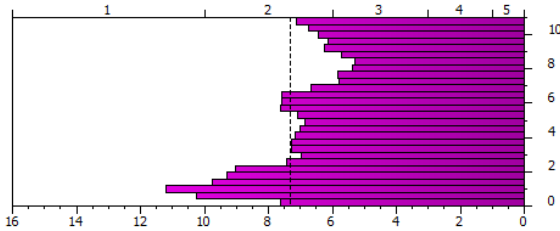
Post-quirúrgico

- Área apical: 355 HU
- Área media: 338,88 HU
- Área coronal: 250 HU



8 semanas

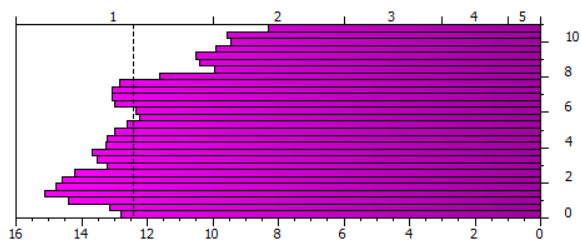
- Área apical: 550 HU
- Área media: 627,77 HU
- Área coronal: 511,11 HU



16 semanas

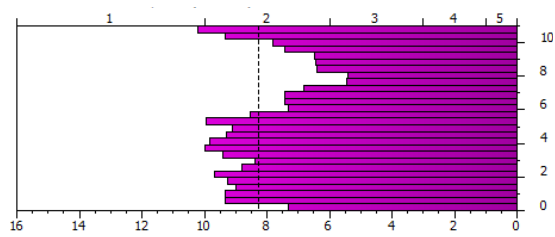
- Área apical: 590 HU
- Área media: 705,55 HU
- Área coronal: 855,55 HU

MDA



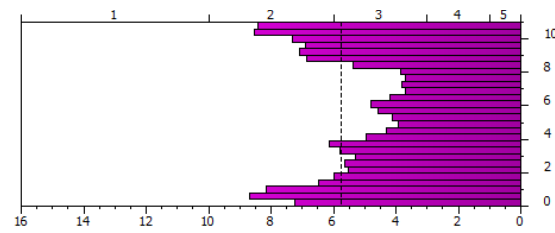
Post-quirúrgico

- Área apical: 1050 HU
- Área media: 1277,77 HU
- Área coronal: 1383,33 HU



8 semanas

- Área apical: 710 HU
- Área media: 866,66 HU
- Área coronal: 866,66 HU



16 semanas

- Área apical: 600 HU
- Área media: 433,33 HU
- Área coronal: 638,88 HU

5.- DISCUSIÓN

El concepto de preservación del reborde alveolar está basado en el hecho de que existe una remodelación ósea significativa tras una extracción dental. Después de extraer un diente, el proceso natural de cicatrización está caracterizado por una combinación de crecimiento óseo dentro del alveolo y reabsorción de proceso alveolar en las dimensiones buco-lingual así como ápico-coronal. La secuencia de la cicatrización posterior a una extracción dental está bien documentada en estudios animales y humanos, sin embargo, los cambios resultantes en la morfología del hueso alveolar, no siguen siempre un patrón constante. El colapso del alveolo y la significativa atrofia del reborde pueden continuar hasta los 12 meses post-extracción. Sin embargo, notables alteraciones de anchura y altura del reborde alveolar parecen ser más pronunciadas los primeros 3 meses del proceso de cicatrización.^{6-13,23,39}

Nart y cols.³⁹ establecen que la mayor cantidad de pérdida ósea ocurre en la dimensión horizontal y es más pronunciada en el aspecto vestibular que en el lingual o palatino. La pérdida de la dimensión alveolar puede estar asociada con el grosor de la tabla cortical y la cantidad de hueso remanente, posterior a la extracción dental. Cuanto más estrecha es la tabla cortical vestibular, mayor es la reducción de la dimensión vestíbulo-lingual de la cresta. El resultado es una concavidad bucal que se encuentra a menudo clínicamente. Se ha demostrado que la reabsorción horizontal puede reducir el reborde alveolar hasta en un 50%. La pérdida ósea en la dimensión vertical también puede ocurrir aunque la cantidad de dicha pérdida es menos significativa que la reducción de la anchura del reborde alveolar posterior a una extracción dental. En especial cuando los dientes son extraídos en la zona estética, injertar el reborde alveolar mediante técnicas de preservación puede ser un requisito para lograr maximizar el resultado estético.

Si el alveolo cicatriza sin realizar la preservación del reborde alveolar, el clínico se puede afrontar las siguientes situaciones: el implante no podrá ser colocado por falta de volumen óseo, por lo que se requerirá de un procedimiento de aumento del reborde alveolar previo a la colocación del implante; la colocación del implante podrá ser realizada en una posición no ideal, comprometiendo la función y estética de la restauración; o la

colocación del implante podrá ser realizada en una posición ideal, pero la presencia de una dehiscencia o fenestraciones alveolar puede ocurrir por falta de volumen óseo, lo cual requerirá de técnicas regenerativas en el momento de la colocación del implante.

En la actualidad se están desarrollando estudios que comparan la efectividad de diferentes materiales de injerto óseo, analizando la histología del alveolo tras el tratamiento, así como los cambios dimensionales producidos al utilizar los distintos tipos de materiales.

La evidencia científica no proporciona unas directrices claras en cuanto al tipo de biomaterial más indicado.

El hueso alogénico, xenógeno, y los materiales minerales sintéticos son los principales sustitutos óseos. Sin embargo, el hueso autógeno todavía se considera el *gold estándar*, ya que es el único que exhibe propiedades osteoinductivas, osteoconductivas y osteogénicas, a pesar de la necesidad de su recolección y posible morbilidad resultante de la misma.

Lindhe ¹⁶ ya refiere que la composición anorgánica y orgánica de la dentina se parece mucho a la del hueso. En particular, su matriz orgánica también está dominada por fibras de colágeno tipo I y presenta proteínas no colágenas, tales como fosfoproteínas, osteocalcina, proteoglicanos y glicoproteínas.

En consecuencia, estudios experimentales anteriores y recientes se han centrado en el uso de la dentina como sustituto óseo potencial en varios modelos de defectos. Básicamente, se informó que la dentina utilizada en forma particulada o en bloque presentó propiedades osteoconductivas, así como propiedades osteoinductivas y se involucró en el proceso de remodelado óseo (Andersson y cols ⁴⁰, Qin y cols ⁴¹, Kim y cols ³⁴, Murata y cols ³⁷, Binderman y cols ³⁶).

Este estudio clínico a boca partida se realizó para evaluar la utilización de material de injerto autólogo de origen dentario en las técnicas de preservación alveolar comparando mediante CBCT la contracción alveolar sufrida en sentido horizontal y vertical entre el

grupo control y el grupo material dentario autógeno (MDA) y estudiando las diferencias densitométricas entre ambos alveolos post-extracción.

Se están describiendo dos posibilidades de la utilización del injerto dentinario como sustituto óseo. Bien como injerto que requiere ser procesado mediante procedimientos de desmineralización ^{34,35,37}, similares a los que se producen en el manejo del hueso alógeno, o bien como material autógeno ^{36,42}, en fresco, donde la dentina se utiliza sin desmineralizar. Esta segunda alternativa es la que describimos en nuestro trabajo. Por otra parte, hay autores que lo están utilizando particulado ^{34,35,36,37,42}, o en bloque ⁴⁴⁻⁴⁶.

Kim y cols ³⁴ introdujeron el diente extraído como nuevo material de injerto óseo para superar las desventajas del aloinjerto, xenoinjerto e injerto sintético. Su sistema de preparación del injerto dentinario incluye un proceso de desmineralización que nosotros no realizamos y que requiere de otra sesión quirúrgica adicional. Aunque la dentina desmineralizada expone el crecimiento derivado de la matriz y los factores de diferenciación para la osteogénesis efectiva, el hueso recién formado y la dentina desmineralizada residual son débiles para soportar el anclaje del implante. Por el contrario, el procedimiento SDG (Smart Dentin Grinder ®) permite la preparación de dentina en partículas libres de bacterias a partir de dientes autólogos recién extraídos, listos para ser utilizados inmediatamente como biomaterial.

Binderman y cols ³⁶ utilizaron en su estudio de series de casos el mismo sistema de preparación del injerto dentinario autógeno (SDG). Sus resultados clínicos revelan que la inserción del implante y su posterior carga se pueden realizar tras 2-3 meses tras la realización del injerto en mandíbula. Se produce una remodelación lenta del hueso en comparación con el hueso cortical o la mayoría de los biomateriales utilizados, por lo que el patrón estético y la estructura de la cresta alveolar y de tejidos blandos se mantiene al cabo del tiempo.

Los resultados del análisis dimensional en este trabajo revelan que el grupo control pierde 1.77 mm de media (16,87% de la altura inicial del alveolo) lo que coincide con la

mayoría de los estudios publicados por Ten y cols.²³, Hämmerle y cols.⁴⁷ donde se establece la pérdida vertical por encima de 1.5 mm.

De la misma manera, coincidimos con la literatura en que la mayor parte de esta pérdida se produce en las primeras 8 semanas. En nuestro caso el 83% de la pérdida se produjo en estas primeras 8 semanas. En cambio, el grupo MDA tan solo pierde 0,41 mm que supone un 4,2% de la altura inicial del alveolo.

Por otro lado, en cuanto a la altura de la cortical vestibular, mientras que en el alveolo control observamos un retroceso de media de 1.44 mm, en el alveolo MDA se mantiene la altura de la cortical.

La pérdida de la anchura vestibular se presenta mucho mayor en los alveolos control que en los alveolos MDA siendo especialmente importante a 1 y 3 mm, en los que observamos pérdidas entre 1.91 mm (control) a 1 mm, y 1.3 mm (control) a 3mm. En cambio, en el grupo MDA a 1 mm obtenemos 0,47 mm de pérdida, y a 3 mm 0,21 mm.

Nuestros datos dimensionales son parecidos a los de Calvo Guirado⁴² que revelaron que la regeneración del hueso con SDG fue superior al control y más aún preservando las crestas óseas en altura y anchura. No obstante, su estudio se realizó en animales.

Asimismo, Joshi y cols⁴³ obtienen resultados dimensionales similares, observando una reducción en altura de la cresta significativamente menor $0,28 \pm 0,13$ mm (el presente estudio 0,41 mm) en el grupo de injerto autólogo dentinario en comparación con sitios no injertados con una reducción de $2,60 \pm 0,88$ mm ($P < 0,05$), siendo en el estudio presentado 1,77 mm. Y en cuanto a los cambios en anchura, fueron mayores de manera estadísticamente significativa para los sitios no injertados, $2,29 \pm 0,40$ mm (el estudio 1,3 mm), que para los sitios de injerto de dientes autógenos, $0,15 \pm 0,08$ mm ($P < 0,05$), siendo en el presente estudio 0,21 mm. No obstante, debemos señalar que el trabajo de dichos autores no especifica la metodología de las mediciones.

Por otro lado, los resultados del análisis densitométrico que se han obtenido revelan que en el momento post-quirúrgico, en el grupo control, la densidad aumenta hacia apical del alveolo y en el grupo MDA ocurre todo lo contrario, desciende hacia apical

porque la mayoría del sustituto óseo dentinario está impactado en las zonas coronal y media.

En las 8 y 16 semanas, en el grupo control, la densidad tanto a nivel coronal, medio y apical va incrementándose (mayor neoformación ósea) y en el grupo MDA, se mantiene estable homogeneizándose entre las 3 áreas e igualándose con el grupo control a las 16 semanas excepto en el área coronal que se mantiene con valores por encima.

Schwarz y cols.^{44,45} han comenzado a realizar estudios en zorros utilizando bloques radiculares dentinarios en vez de particulado. Estos autores observaron que los injertos de raíces de premolares fueron reemplazados más homogéneamente por hueso recién formado que los injertos de hueso autógeno, concluyendo que las raíces de los dientes extraídos revelaron un potencial estructural y biológico para servir como un autoinjerto alternativo al hueso autógeno.

Becker y cols.⁴⁶ en su estudio en zorros también comparan bloques radiculares dentinarios con bloques de hueso autólogo y tras la colocación de implantes concluyeron que ambos injertos apoyaban las primeras etapas tempranas de la osteointegración.

Como limitaciones del estudio podríamos señalar en primer lugar que es de carácter experimental y por tanto, se necesitan estudios adicionales para validar estas observaciones usando un tamaño de muestra mayor dado que la nuestra incluye tan solo 12 sitios (alveolos) evaluados en 6 individuos a boca partida, que nos ha impedido llevar a cabo la estadística inferencial. Asimismo, es necesario realizar investigaciones adicionales para identificar las propiedades de remodelación ósea de la dentina mediante estudio histológico e histomorfométrico, así como correlacionarlo con los datos densitométricos.

Asimismo sería interesante, una vez realizada la terapia implantológica, analizar el BIC en los implantes colocados en los alveolos sin preservación versus los alveolos realizados con la preservación alveolar del material dentinario.

La duración más larga de la evaluación dará resultados más predecibles y confirmará su estabilidad.

6.- CONCLUSIONES

1. La contracción dimensional del alveolo post-extracción en el grupo MDA resultó menor que en el grupo control a las 16 semanas tanto en la dimensión vertical como horizontal.
2. Los valores densitométricos (HU) en el grupo control van incrementándose tanto a nivel coronal, medio y apical (mayor neoformación ósea) a las 8 y 16 semanas mientras que en el grupo MDA se mantiene estable homogeneizándose entre las 3 áreas e igualándose con el grupo control a las 16 semanas, a excepción del área coronal que se mantiene por encima.
3. A la vista de nuestros resultados preliminares podríamos considerar la dentina autóloga como un material prometedor en la técnica de preservación alveolar.

7.- BIBLIOGRAFÍA

1. Khoury F. Bone augmentation in oral implantology. Ed. Quintessence. Barcelona; 2010:2-27.
2. Davies JE, Hosseini MM. Bone Engineering. Davies JE ed. Toronto; 2000: 1-14.
3. Little N, Rogers B, Flannery M. Bone formation, remodelling and healing. Surgery. 2011;29(4):141–5.
4. Tresguerres IF, Alobera Gracia MA, del Canto Pingarrón M, Blanco Jerez L. Bases fisiológicas de la regeneración ósea I: Histología y fisiología del tejido óseo. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2006;11:e47–51.
5. Tresguerres IF, Alobera Gracia MA, del Canto Pingarrón M. Bases fisiológicas de la regeneración ósea II. El proceso de remodelado. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2006;11:e151–7.
6. Cardaropoli G, Araujo M, Lindhe J. Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. J.Clin Periodontol 2003;30:809-18.
7. Cawood JL, Howell RA. Reconstructive preprosthetic surgery. I Anatomical considerations. Int.J.Oral Maxillofac.Implants. 1991;20:75-82.
8. Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. J Clin Periodontol. 2005; 32:212-8.
9. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12 – month prospective study. Int J Periodontics Restorative Dent. 2003; 23:313-23.
10. Araújo MG, Lindhe J. Ridge alterations following tooth extraction with and without flap elevation: an experimental study in the dog. Clin Oral Implants Res. 2009; 20:545-9.
11. Araujo MG, Sukekava F, Wennstrom JL, Lindhe J. “Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: an experimental study in the dog”. J Clin Periodontol. 2005; 32: 645–52.
12. Amler MH. The time sequence of tissue regeneration in human extraction wounds. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1969; 27:309-18.

13. Chen ST, Wilson TG, Hämmerle CH. Immediate or early placement of implants following tooth extraction: review of biologic basis, clinical procedures, and outcomes. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004; 19:12-25.
14. Kazor CE, Al-Shammari K, Sarment DP, Misch CE, Wang H. Implant plastic surgery: a review and rationale. *Clinical*. 2004; 30(4): 240-54.
15. Elian N, Cho SC, Froum S, Smith RB, Tarnow DP. A simplified socket classification and repair technique. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2007; 19:99-104.
16. Lindhe J. Periodontología clínica e implantología odontológica. Ed. Panamericana. Madrid; 2000: 604-54.
17. Nyman S, Gotllow J, Karring T, Linghe J. The regenerative potential of the periodontal ligament. An experimental study in monkey. *J Clin Periodontol*. 1982; 9:257-65
18. Dahlin C, Sennerby L, Lekholm U, Nyman S. Generation of de new bone around titanium implants using a membrane technique. An experimental study in rabbits. *Int J OOral Maxillofac Implants*. 1989; 4:19-25
19. Lazzara RJ. Immediate implant placement into extraction sites: Surgical and restorative advantages. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1989;9:333-43.
20. Becker W, Becker BE. Guided tissue regeneration for implants placed into extration socket for implant dehiscences: surgical techniques and case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1990;10(5): 376-91.
21. Buser D, Bragger U, Long,N, Nyman S. Regeneration and enlargement fo jaw bone using guided tissue regeneration. *Clin. Oral Impl.Rest*. 1990; 1:22-32.
22. Simion M, Trisi P, Piattelli A. Vertical ridge augmentation using a membrane technique associated with osseointegrated implants. *Int JPeriodontics Restorative Dent*. 1994; 14:496-511.
23. Ten Heggeler JM, Slot DE, Van der Weijden GA. Effect of socket preservation therapies following tooth extraction in non-molar regions in humans: a systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2011; 22:779-88.
24. Vignoletti F, Johansson C, Albrektsson T, De Sanctis M, San Roman F, Sanz M. Early healing of implants placed into fresh extraction sockets: an experimental study in the beagle dog. De novo bone formation. *J Clin Periodontol*. 2009; 36: 265–77.

25. Enríquez-Sacristán C, Barona-Dorado C, Calvo-Guirado JL, Leco-Berrocal I, Martínez-González JM. Immediate post-extraction implants subject to immediate loading: A meta-analytic study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011;16 (7):e919-24.
26. Fickl S, Zuhr O, Wachtel H, Bolz W, Huerzeler MB. Hard tissue alterations after socket preservation: an experimental study in the beagle dog. *Clin Oral Implants Res*. 2008; 19:1111-8.
27. Lasella JM, Greenwell H, Miller RL, Hill M, Drisko C, Bohra AA, Scheetz JP. Ridge preservation with freeze-dried bone allograft and a collagen membrane compared to extraction alone for implant site development: a clinical and histologic study in humans. *J Periodontol*. 2003; 74:990-9.
28. Zubillaga G, Von Hagen S, Simon BI, Deasy MJ. Changes in alveolar bone height and width following postextraction ridge augmentation using a fixed bioabsorbable membrane and demineralized freeze-dried bone osteoinductive graft. *J Periodontol*. 2003; 74:965-75.
29. Barone A, Aldine NN, Fini M, Giardino R, Calvo Guirado JL, Covani U. Xenograft versus extraction alone for ridge preservation after tooth removal: a clinical and histomorphometric study. *J Periodontol*. 2008; 79:1370-7.
30. Vance GS, Greenwell H, Miller RL, Hill M, Johnston H, Scheetz JP. Comparison of an allograft in an experimental putty carrier and a bovine-derived-xenograft used in ridge preservation: a clinical and histologic study in humans. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004; 19:491-7.
31. Artzi Z, Tal H, Dayan D. Porous bovine bone mineral in healing of human extractions sockets. Part 1: histomorphometric evaluations at 9 months. *J Periodontol*. 2000; 71:1015-22.
32. Froum S, Cho SC, Rosenberg E, Rohrer M, Tarnow D. Histological comparison of healing extraction sockets implanted with bioactive glass or demineralized freeze-dried bone allograft: a pilot study. *J Periodontol*, 2002; 73:94-102.
33. Hussain I, Moharamzadeh K, Brook IM, José de Oliveira Neto, Patrício, Salata LA. Evaluation of osteoconductive and osteogenic potential of a dentin-based bone substitute using a calvarial defect model. *Int J Dent*. 2012; 1-7.
34. Kim YK, Kim SG, Byeon JH. Development of a novel bone grafting material using autogenous teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:496.

35. Al-Namnam NM, Shanmuhasuntharam P, Ha KO, Siar CH. Processed Allogenic Dentine as A Scaffold for Bone Healing: An in vivo study. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2010;4(12):5932-40.
36. Binderman I, Hallel G, Nardy C, Yaffe A, Sapoznikov L. A Novel Procedure to Process Extracted Teeth for Immediate Grafting of Autogenous Dentin. *J Interdiscipl Med Dent Sci*. 2014;2(6): 154.
37. Murata M, Um I, Kim K, Mitsugi M, Akazawa T, Kim Y. Human dentin as novel biomaterial for bone regeneration. INTECH Open Access Publisher; 2011.
38. Young-Kyun, Su-Gwan K, Ji-Hyun B, In-Woong U, Ji-Su O, Kyung-In J. Guided Bone Regeneration Using Autogenous Tooth Bone Graft in Implant Therapy: Case Series. *Implant Dentistry*. 2014; 23(2): 138-43.
39. Nart Molina J, Marcusschamer Gittler E, Rumeu Milá J, Santos Alemany A, Griffin TJ. Preservación del reborde alveolar. Por qué y cuando. *Periodonia y osteointegración* 2007;17(4)11:229-37.
40. Andersson, L. Dentin xenografts to experimental bone defects in rabbit tibia are ankylosed and undergo osseous replacement. *Dental Traumatology* 2010; 26, 398–402.
41. Qin X, Raj RM, Liao X, Shi W, Ma B, Gong SQ, Chen wm, Zhou B. Using rigidly fixed autogenous tooth graft to repair bone defect: an animal model. *Dental Traumatology* 2014: 30, 380–84.
42. Calvo Guirado JL. Nuevo procedimiento para procesar los dientes extraídos como injerto en alveolos postextracción. Estudio experimental en perros. *Gaceta Dental*. 2017;290:96-113.
43. Joshi CP, Dani NH, Khedkar SU. Alveolar ridge preservation using autogenous tooth graft versus beta-tricalcium phosphate alloplast: A randomized, controlled, prospective, clinical pilot study. *J Indian Soc Periodontol* 2016;20:429-34.
44. Schwarz F, Golubovic V, Mihatovic I, Becker J. Periodontally diseased tooth roots used for lateral alveolar ridge augmentation. A proof-of-concept study. *J Clin Periodontol* 2016; doi:10.1111/jcpe.12579.
45. Schwarz F, Golubovic V, Becker K, Mihatovic I. Extracted tooth roots used for lateral alveolar ridge augmentation: a proof-of-concept study. *J Clin Periodontol* 2016; 43: 345–53.

46. Becker K, Drescher D, Ho€nscheid R, Golubovic V, Mihatovic I, Schwarz F. Biomechanical, micro-computed tomographic and immunohistochemical analysis of early osseous integration at titanium implants placed following lateral ridge augmentation using extracted tooth roots. Clin. Oral Impl. Res. 2016; 28(3):334-40.
47. Hammerle CH, Araujo MG, Simion M, Osteology Consensus Group 2011. Evidence-based knowledge on the biology and treatment of extraction sockets. Clin Oral Implants Res. 2012 Feb;23 Suppl 5:80-2.

8.- ANEXOS

UTILIZACIÓN DE MATERIAL DENTARIO AUTÓLOGO COMO INJERTO EN EL ALVEOLO POST-EXTRACCIÓN

INFORMACIÓN PARA EL PACIENTE

Estimado paciente:

Le piden que se ofrezca como sujeto voluntario para un programa de investigación destinado a recoger datos sobre la valoración de la calidad de la regeneración ósea en zonas donde ha sido necesario extraerle un diente. Estas hojas de consentimiento están pensadas para darle información sobre este programa, responder a cualquier pregunta sobre él y abordar todas las dudas. Si contiene palabras que usted no comprende o hay alguna información que no esté clara, pídale a su dentista o al personal del consultorio dental que se las explique.

Si desea pensarse su participación o quiere comentarlo con amigos o familiares antes de tomar la decisión, puede llevarse a casa un ejemplar sin firmar de estas hojas de consentimiento y devolverlas más adelante.

Al firmar este documento estará aceptando cumplir los requisitos del programa y acudir a todas las citas de revisión posteriores. No obstante, podrá usted retirarse de este estudio en todo momento y por cualquier motivo.

¿Cuál es la finalidad del programa?

La finalidad de este programa es recoger datos sobre la calidad de la regeneración ósea de los alveolos en los que hemos tenido que realizarle una extracción dentaria usando material de injerto procedente del diente que le hemos extraído. Pasadas 16 semanas procederemos a colocar un implante en el alveolo para poder poner un nuevo diente. En el mismo momento tomaremos una muestra de hueso para ser analizado. Los datos que se recogerán en este programa, incluidas las radiografías y las fotografías clínicas de su boca, se usarán para publicaciones científicas y con fines docentes, pero se protegerá su privacidad en todo momento.

¿Qué se hace en este programa?

La participación en este programa no supondrá cambio alguno en la atención que recibirá y las revisiones posteriores que le harían normalmente tras una operación de implantes dentales. Se hará una revisión minuciosa de su caso y lo seleccionarán si cumple los requisitos del programa que se le han explicado a su dentista. El programa durará 16 semanas. En las visitas de control le tomarán radiografías y fotografías.

¿A quién puedo llamar si deseo hacer preguntas sobre el programa?

Si desea hacer alguna pregunta sobre el programa podrá llamar al siguiente dentista siempre que quiera:

Nombre del dentista:

Teléfono:

Posibles beneficios y riesgos

Confiamos y prevemos que su tratamiento será muy satisfactorio, aunque esto no puede garantizarse para ninguna intervención quirúrgica. Los datos que obtengamos al

documentar la evolución de su tratamiento nos ayudarán a presentar a muchos otros dentistas, científicos y pacientes los riesgos y beneficios de la utilización del propio diente como material de injerto óseo.

La intervención de la extracción dentaria y preservación alveolar puede cursar con:

- Inflamación.
- Daños en otros dientes o restauraciones y posible pérdida de ellos.
- Infecciones o abscesos.
- Dolor.
- Sangrado, que podría ser prolongado.
- Problemas o infecciones nasales o en los senos paranasales.
- Mala cicatrización.
- Pérdida de hueso.
- Fractura del maxilar.
- Lesiones en los nervios cercanos al lugar del tratamiento, las cuales podrían causar dolor, adormecimiento u hormigueo en los labios, el mentón, la cara, los dientes naturales y la lengua (suele ser pasajero, pero podría ser permanente).
- Pérdida del sentido del gusto o daños en él.
- Apertura accidental e infección de la cavidad sinusal normal ubicada por encima de los dientes superiores.

¿Cómo participar en el programa?

Es usted libre de decidir si desea participar en este programa. Si decide participar, le agradeceremos que firme la hoja de consentimiento que confirma que usted lo ha leído y acepta participar en el programa. Después le concertarán citas para comenzar el tratamiento.

Si decido participar en este estudio, ¿cómo se tratarán mis datos personales?

Si consiente participar en este programa se preservará en todo momento la confidencialidad de su expediente médico. Los datos generados en este programa serán conservados en un lugar protegido y en formato electrónico por el Centro Odontológico de Formación Integral del Colegio de Odontólogos y Estomatólogos de León durante un máximo de 10 años tras la finalización del programa.

A estos datos sólo podrán acceder las personas implicadas directamente en la administración del programa y las autoridades sanitarias pertinentes. Las autoridades competentes podrán inspeccionar el expediente sobre usted con el fin de comprobar la seguridad. Sólo lo identificarán por el número de historia clínica en el programa y la fecha de la intervención quirúrgica. Su nombre no se divulgará a nadie ajeno al consultorio dental en ningún momento. Podremos publicar en revistas científicas los datos generados en este programa (incluidas las radiografías y las fotografías clínicas de su boca) o podremos usarlos con fines educativos o comerciales, pero usted no será identificado personalmente en ninguna publicación.

Si decide retirarse del estudio, cualquiera que sea el momento o el motivo, se seguirán recogiendo los datos anónimos hasta ese momento.

Si acepta participar en este programa, recibirá una copia de la hoja de consentimiento firmada y fechada por usted.

Podrá usted retirarse de este programa en todo momento y por cualquier motivo. Si durante el programa surgen novedades importantes que puedan afectar a su disposición de seguir participando, se las comunicarán.

HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE

Deberá cumplimentarla el paciente:

¿Ha leído las hojas de información sobre este programa? SÍ ☐ NO ☐

¿Ha podido hacer preguntas sobre este programa? SÍ ☐ NO ☐

¿Le han respondido a todas sus preguntas? SÍ ☐ NO ☐

¿Ha recibido información suficiente sobre este programa? SÍ ☐ NO ☐

¿Con qué dentista ha hablado sobre este programa?: Dr.

¿Comprende que es usted libre de retirarse de este programa? SÍ ☐ NO ☐

.....en todo momento? SÍ ☐ NO ☐

.....sin tener que explicar por qué se retira? SÍ ☐ NO ☐

.....sin que ello afecte a su atención médica futura? SÍ ☐ NO ☐

¿Está participando en algún otro ensayo o estudio? SÍ ☐ NO ☐

¿En cuántos?:

¿Autoriza usted a los Directores del Master en Cirugía Bucal, Implantología y Periodoncia de la Universidad de León a utilizar, conservar y/o publicar (sin revelar su identidad) sus datos —incluidas todas las radiografías y fotografías clínicas de su boca— incluso en el caso de que usted se retire de este estudio? SÍ ☐ NO ☐

¿Acepta participar en este programa? SÍ ☐ NO ☐

Firmado:

Fecha:

Nombre (en mayúsculas)

Dentista: Fecha:

Nombre (en mayúsculas):

----- Use la siguiente sección sólo si es aplicable -----

Si se lee esta hoja de consentimiento al paciente debido porque es incapaz de leerlo, para el consentimiento deberá estar presente un testigo imparcial que no esté relacionado con la investigación ni con el investigador, y deberá firmar la siguiente declaración:

Confirmando que la información de las hojas de consentimiento, así como cualquier otra información escrita, le fue explicada con precisión al paciente y aparentemente fue comprendida por este. El paciente consintió libremente participar en el programa de investigación.

Fecha:

Firma del testigo imparcial